

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIETAS FORMULADAS CON O  
SIN HARINAS DE ORIGEN ANIMAL EN EL RENDIMIENTO DE  
POLLOS DE ENGORDE**

**ERIKA ELIZONDO ALFARO**

Trabajo Final de Graduación presentado a la Escuela de Agronomía del Instituto  
Tecnológico de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado de  
Licenciatura en Ingeniería en Agronomía

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

**2010**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIETAS FORMULADAS CON O  
SIN HARINAS DE ORIGEN ANIMAL EN EL RENDIMIENTO DE  
POLLOS DE ENGORDE**

**ERIKA ELIZONDO ALFARO**

Trabajo Final de Graduación presentado a la Escuela de Agronomía del Instituto  
Tecnológico de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado de  
Licenciatura en Ingeniería en Agronomía

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

**2010**

# EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIETAS FORMULADAS CON O SIN HARINAS DE ORIGEN ANIMAL EN EL RENDIMIENTO DE POLLOS DE ENGORDE

ERIKA ELIZONDO ALFARO

## Aprobado por los miembros del Tribunal Evaluador:

Ing. Agr. Gilda Muñoz Gómez, Lic.

\_\_\_\_\_  
Asesor Interno

Ing. Agr. Mario Zumbado Alpízar, M.Sc.

\_\_\_\_\_  
Asesor Externo

Ing. Agr. Milton Villareal Castro, Ph.D.

\_\_\_\_\_  
Jurado

Ing. Agr. Carlos Arce Calderón, Lic.

\_\_\_\_\_  
Jurado

M.V Jaime Galindo Badilla, M.Sc.

\_\_\_\_\_  
Jurado

Ing. Agr. Fernando Gómez Sánchez, M.Sc.

\_\_\_\_\_  
Coordinador  
Trabajos Finales de Graduación

Ing. Agr. Arnoldo Gadea Rivas, M.Sc.

\_\_\_\_\_  
Director  
Escuela de Agronomía

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, mi familia,  
y a todas aquellas personas que de una  
u otra manera han sido parte de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por escuchar siempre mis oraciones, darme la oportunidad de llegar hasta aquí y permitirme cumplir un sueño.

A mi mamá que con su compañía, alegría y apoyo me motivo a seguir adelante y luchar para alcanzar mis metas.

A mi papá por ser mi consejero, mi amigo, siempre queriendo que las cosas salieran bien para mí.

A mi hermano por sus buenos consejos y apoyo incondicional.

A mi hermana por alegrarme siempre con su buen humor.

A mi novio Daniel, por ser una luz en mi vida y compartir conmigo los buenos y malos momentos.

A mis profesores Ing. Gilda Muñoz, Ing. Carlos Arce, M.V Jaime Galindo, Ing. Milton Villarreal, por guiarme en la realización de este trabajo con su apoyo y buenos consejos.

A la Corporación PIPASA S.A. en especial a Vladimir, Bertuleo, Luis, los cuales me ayudaron en todo el proceso de este experimento. A los Ings. Mario Zumbado y Alonso Chavarría, quienes me colaboraron incondicionalmente y brindaron su apoyo durante el tiempo que estuve realizando este trabajo.

A los funcionarios del ITCR, a todos mis profesores durante todo este tiempo de aprendizaje, al personal administrativo de la biblioteca, escuela de agronomía y encargados del laboratorio de biotecnología los cuales fueron personas muy importantes durante mi carrera. A mis amigos Natalia, Celia, Erik, Keylor, Stephanie y Fabián, quienes me apoyaron y escucharon cuando lo necesitaba. A todos mis amigos y compañeros del TEC, Luis Alfaro, Jakeline Rodríguez, Patricia López, Alejandra Herrera, Julio Blanco, Mónica Palma, Carlos Rodríguez, Olman Vargas, a la generación 2004 y 2005, con los que compartí trabajos, momentos divertidos, que me ayudaron a que fuera más fácil esta etapa de mi vida.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>II</b>
<b>TABLA DE CONTENIDOS .....</b>	<b>III</b>
<b>INDICE DE CUADROS.....</b>	<b>V</b>
<b>INDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>VI</b>
<b>INDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>XI</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XIII</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS .....	2
1.1.1 Objetivo general.....	2
1.1.2 Objetivos específicos.....	2
1.2 HIPÓTESIS TÉCNICA.....	2
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 HARINA DE CARNE Y HUESO.....	3
2.1.1 Caracterización.....	3
2.1.2 Composición nutricional.....	4
2.1.3 Procesamiento.....	8
2.1.4 Prohibición de harina de carne y hueso de origen rumiante.....	10
2.2 TORTAVE O HARINA DE SUBPRODUCTOS AVÍCOLAS.....	11
2.2.1 Caracterización.....	11
2.2.2 Composición nutricional.....	12
2.2.3 Procesamiento.....	14
2.2.4 Limitación.....	16
2.3 MAÍZ.....	16
2.3.1 Caracterización.....	16
2.3.2 Composición Nutricional .....	17
2.4 Soya.....	17
2.4.1 Caracterización y composición nutricional.....	17
2.4.2 Limitación.....	18
2.5 ESTUDIOS REALIZADOS EN LA UTILIZACIÓN DE HARINAS DE ORIGEN ANIMAL Y VEGETAL EN LA NUTRICIÓN DE POLLOS DE ENGORDE .....	19

<b>3. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>21</b>
3.1 LOCALIZACIÓN.....	21
3.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	21
3.3 PERIODO DE TRABAJO.....	21
3.4 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPO.....	21
3.4.1 Instalaciones.....	21
3.4.2 Equipo.....	24
3.5 MANEJO GENERAL DEL GALPÓN Y LOS POLLOS.....	27
3.6 MATERIAL EXPERIMENTAL.....	28
3.6.1 Distribución de los animales.....	29
3.6.2 Dietas experimentales.....	29
3.6.3 Tratamientos.....	30
3.6.4 Análisis Estadístico.....	32
3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	33
3.8 VARIABLES A EVALUAR.....	34
3.8.1 Parámetros Productivos a nivel de granja.....	34
3.8.2 Parámetros productivos a nivel de planta de procesos.....	35
3.8.3 Parámetros productivos de rentabilidad.....	36
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>37</b>
4.1 RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS EN GRANJA.....	37
4.1.1 Peso acumulado.....	38
4.1.2 Consumo de alimento.....	40
4.1.3 Conversión alimenticia.....	42
4.1.4 Porcentaje de mortalidad acumulada.....	45
4.2 PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN PLANTA DE PROCESOS.....	46
4.2.2 Rendimiento en canal.....	49
4.2.3 Rendimiento de pechuga.....	50
4.2.4 Rendimiento de alas.....	51
4.2.5 Rendimiento de muslo.....	52
4.2.6 Rendimiento de filet.....	53
4.2.7 Porcentaje de grasa abdominal.....	54
4.3 COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	55
4.3.1 Costo de kilogramo de pollo en pie.....	56
4.3.2 Costo de kilogramo de pollo en canal.....	58
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>60</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>62</b>
<b>7. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>63</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>71</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Tratamientos utilizados según el nivel de inclusión de harinas animales en cada etapa de alimentación, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	29
2	Fuente de variación y grados de libertad para el modelo estadístico empleado en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	32
3	Parámetros y fórmulas utilizadas en la obtención de la rentabilidad, evaluando dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	36
4	Rendimientos técnicos, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	38
5	Parámetros productivos de la canal, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	46
6	Parámetros productivos de partes de la canal, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	47
7	Costos de producción, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	56



## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1	Área de ingreso. Tomada con cámara digital. Granja Potrerillos PIPASA S.A. (Elizondo 2009). .....	22
2	Galera uno: A. Vista este B. Vista oeste. Tomada con cámara digital. Granja Potrerillos PIPASA S.A. (Elizondo 2009). .....	23
3	Corrales experimentales: tubo plástico, malla, piso de cemento y cama de cascarilla de arroz. Tomada con cámara digital. Granja Potrerillos PIPASA S.A. (Elizondo 2009). .....	24
4	Comederos: A. Comederos tipo bandeja para pollo bebe B. Comederos de tolva de llenado manual utilizados después de los 10 días del ingreso de los pollos. Tomada con cámara digital. Granja Potrerillos PIPASA S.A. (Elizondo 2009). .....	25
5	Bebedores tipo nipple. Tomada con cámara digital. Granja Potrerillos PIPASA S.A. (Elizondo 2009). .....	25
6	Calentador de gas. Tomada con cámara digital. Granja Potrerillos PIPASA S.A. (Elizondo 2009). .....	26
7	Extractores utilizados en el sistema de túnel. Tomada con cámara digital. Granja Potrerillos PIPASA S.A. (Elizondo 2009). .....	27
8	Dimensiones del galpón, corrales y distribución de los tratamientos utilizados en el experimento, Granja Potrerillos PIPASA S.A, 2009. ....	31
9	Peso acumulado (g) de las aves en cada tratamiento, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	39

10	Peso acumulado (g) de las aves por semana de cada tratamiento ,en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	40
11	Consumo acumulado (g) de las aves en cada tratamiento, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	41
12	Consumo (g) de las aves por semana en cada tratamiento, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	42
13	Conversión alimenticia acumulada (g/g) de las aves, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	43
14	Conversión alimenticia (g/g) de las aves por semana, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	44
15	Interacción entre HCH y tortave en la conversión alimenticia ,evaluada en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	45
16	Porcentaje de mortalidad acumulada de aves por semana, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	46
17	Peso en canal (g) de las aves de cada tratamiento, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	49
18	Rendimiento en canal de las aves, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	50

19	Rendimiento de pechuga (%), en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	51
20	Rendimiento de alas (%), en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en la producción de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	52
21	Rendimiento de muslo (%), en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en la producción de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	53
22	Rendimiento de filet (%), en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en la producción de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	54
23	Porcentaje de grasa abdominal, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en la producción de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	55
24	Costo de kilogramo de pollo en pie (¢), en cada tratamiento, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	57
25	Costo de kilogramo de pollo en canal (¢) en cada tratamiento, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	58

## INDICE DE ANEXOS

Anexo	Título	Página
1	Composición nutricional de la harina de carne y hueso.....	71
2	Contenido de minerales de la tortave o harina de subproductos avícolas.....	72
3	Contenido de aminoácidos de la tortave o harina de subproductos avícolas. ....	72
4	Dietas experimentales con o sin harinas de origen animal, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	73
5	Análisis químico de laboratorio de las dietas experimentales, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	74
6	Análisis de varianza para el peso acumulado (g) en pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	75
7	Análisis de varianza para el consumo acumulado (g) en pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	76
8	Análisis de varianza para la conversión alimenticia (g/g) en pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	77
9	Análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad acumulada en pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.....	78
10	Análisis de varianza para el rendimiento en canal en pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	78
11	Análisis de varianza para el peso en canal en pollos de engorde ,Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	78
12	Análisis de varianza para el rendimiento en pechuga en pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	80

13	Análisis de varianza para el rendimiento de alas en pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	80
14	Análisis de varianza para el rendimiento en muslo en pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	80
15	Análisis de varianza para el rendimiento de filet en pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	81
16	Análisis de varianza para el porcentaje de grasa abdominal en pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	81
17	Parámetros productivos de partes de la canal tomando el sexo como covariable, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	82
18	Análisis de varianza para el peso vivo en pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009. ....	82

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de dietas formuladas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, por un periodo de 40 días, de julio a setiembre del 2009. Se utilizó un modelo experimental irrestricto al azar con arreglo factorial 2\*2, en la granja de Investigación Potrerillos de la Corporación PIPASA S.A., ubicada a 912 m.s.n.m, en Alajuela. El propósito fue determinar el rendimiento en campo y en planta de procesos y el efecto económico de las dietas formuladas.

Se consideraron cuatro etapas de alimentación; cada etapa tuvo diferentes niveles de incorporación de harinas de origen animal. En la etapa de preinicio no se incorporaron harinas animales a los diferentes tratamientos evaluados. En la etapa de inicio se utilizó un 2,5% de harina de carne y hueso (HCH) así como de tortave o harina de subproductos avícolas, siendo los tratamientos H1 tratamiento testigo (2,5% tortave + 2,5% HCH), H2 (2,5% tortave) y H3 (2,5% HCH), los que contenían harinas animales y H4 sin harinas animales. En la etapa de crecimiento y finalización la incorporación de harinas animales fue de 5%, los tratamientos fueron: H1 (testigo) 5% tortave + 5% HCH, H2 (5% tortave), H3 (5% HCH) y H4 (sin harinas animales). Cada tratamiento se repitió 20 veces, con 40 aves por unidad experimental, para un total de 80 repeticiones y 3200 pollos Cobb 500. Se observaron diferencias significativas ( $p=0,001$ ) entre los tratamientos, para la ganancia de peso, siendo el tratamiento H4 el que presentó el mayor peso (2618 g) y el tratamiento H1 el que mostró el peso más bajo (2515 g). Se observaron diferencias para la conversión alimenticia ( $p=0,0001$ ); sin harinas animales (H4) se logró la mejor conversión (1,63 g/g). Los tratamientos H3, H1 y H2 presentaron las peores conversiones alimenticias (1,65, 1,66, 1,68 g/g respectivamente). Para el porcentaje de mortalidad y consumo, no se determinaron diferencias ( $p=0,4509$  y  $p=0,0785$  respectivamente), así como para el porcentaje de rendimiento en canal ( $p=0,0976$ ). Con respecto al rendimiento de pechuga, este presentó diferencias significativas ( $p=0,0013$ ) entre los tratamientos. Con H4 se logró el mayor

rendimiento (33,41%), con el tratamiento H1 se obtuvo el menor rendimiento (31,85%). El rendimiento de alas, no presentó diferencias ( $p=0,8433$ ) entre los tratamientos, así como el rendimiento en muslo ( $p=0,6121$ ). El rendimiento en filete presentó diferencias ( $p=0,0049$ ) entre tratamientos, cuando no se utilizaron harinas de origen animal (H4) se logró el mejor rendimiento (22,74%) y el tratamiento H1 el de más bajo rendimiento (21,48%). Así también se observaron diferencias en el porcentaje de grasa abdominal ( $p=0,0042$ ). El testigo (H1) mostró el porcentaje más alto (0,55%), siendo el H2 el tratamiento con menor porcentaje de grasa abdominal (0,7%). El menor costo de producción ( $\$$ ), se logró con el testigo (H1) y el mayor sin harinas de origen animal (H4).

**Palabras claves:** Pollos de engorde, harina de carne y hueso, tortave o subproductos avícolas, harinas vegetales.

## ABSTRACT

The effect on Cobb 500 broiler performance and processing yield of diets with meat and bone meal (MBM) and poultry offal meal (POM) alone or in combination, was evaluated for a period of 40 days. An unrestricted randomized factorial 2\*2 experimental model was used. The experiment consisted of four treatments and 20 replicates of 40 birds each, with a diet (H4) without animal meals and diets with MBM (H3), POM (H2) and MBM plus POM (H1). The broiler feeding program consisted of four diets. The pre-starter diet contained no animal meals. The starter had 2.5% MBM; 2.5% POM or 2.5% MBM + 2.5% POM and the developer and finisher contained 5% MBM, 5% POM, 5% MBM+ 5% POM for treatments H3, H2 and H1, respectively. The results showed significant differences ( $p = 0.001$ ) between treatments for weight gain, with H4 showing the highest weight (2618 g) and H1 the lowest weight (2515 g). Likewise treatment H4 showed the best feed conversion ( $p = 0.0001$ ) (1.63 g/g). Followed by treatments H3, H1 and H2 which had the worst conversions (1.65, 1.66, 1.68. respectively). Broiler mortality and feed intake were no different among treatments ( $p = 0.4509$   $p = 0.0785$  respectively). At the processing plant, carcass yield dressing percentage ( $p = 0.0976$ ). Regarding breast yield, the significant differences ( $p = 0.0013$ ) between treatments. H4 was achieved with the highest yield (33.41%), H1 treatment had the lowest yield (31.85%). The performance of wings, no differences ( $p = 0.8433$ ) between treatments and thigh yield ( $p = 0.6121$ ). The filet performance differences ( $p = 0.0049$ ) between treatments, when not used animal meal (H4) achieved the best performance (22.74%) and the H1 treatment of lower yield (21 48%). So also was significant difference in abdominal fat percentage ( $p = 0.0042$ ). The control diet (H1) had the highest percentage (0.55%), and the H2 treatment with a lower percentage of abdominal fat (0.7%). The lower cost of production (€), was achieved with the control (H1) and the largest without animal meal (H4).

**Key Words:** Broiler chickens, meat and bone meal, poultry offal meal, vegetable meal.



## 1. INTRODUCCIÓN

La producción de pollos de engorde ha tenido mucha aceptación por parte de los empresarios del sector pecuario, por ser una actividad rentable, con buena apropiación en el mercado, teniendo a disposición alimentos de excelente calidad que proporcionan buenos resultados en los rendimientos de las aves.

En los últimos años se han presentado inquietudes sobre el aprovechamiento de desperdicios animales como fuente de alimento en la producción avícola y en otros sectores pecuarios. Estos subproductos de origen animal son utilizados como fuentes de energía, minerales y proteína con el fin de disminuir costos, debido al incremento en los precios de aceites, harina de soya, fosfatos y en menor cantidad el maíz y otros cereales. Según Zumbado *et al.* (1996) los suplementos proteicos y harinas de origen animal son muy utilizados en la preparación de alimentos avícolas. Estos ingredientes tienen la particularidad de presentar variabilidad en su composición química y valor nutricional, debido principalmente a los diferentes métodos que tiene cada planta de matanza en el procesamiento, controles de calidad de estos desechos y cambios en las proporciones de materias primas. Entre los subproductos de origen animal utilizados en la nutrición de explotaciones avícolas se encuentra la tortave o harina de subproductos avícolas y harina de carne y hueso (HCH).

La tortave y la harina de carne y hueso, han sido restringidas en el mercado como ingredientes en dietas avícolas y en otros sectores pecuarios (ganaderos, porcinos etc), debido al reconocimiento de la HCH como fuente de infección de Encefalopatía Espongiforme Bovina (EEB) (FAO 2009) y tortave como una forma de contaminación cruzada de esta enfermedad. Es por esta razón que es importante poder determinar su uso en las dietas de animales y ver su impacto tanto a nivel nutricional como económico, permitiendo que los productores tengan conocimiento sobre las ventajas o desventajas que pueda ocasionar la eliminación de estos subproductos en las dietas de los animales.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo general**

Evaluar el efecto de dietas formuladas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Analizar el efecto de las dietas sobre la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad en el desarrollo de pollos de engorde.
- Analizar el rendimiento en canal y partes de la canal (alas, muslo, pechuga, filet y grasa abdominal) de pollos de engorde.
- Comparar la rentabilidad de los tratamientos evaluados.
- Analizar el efecto de la interacción entre los tratamientos sobre los parámetros evaluados.

## **1.2 Hipótesis Técnica**

La utilización de dietas de harinas de origen vegetal en combinación con subproductos de origen animal (tortave, harina de carne y hueso), mantienen niveles similares o mejores que con la utilización solo de harinas vegetales, en los rendimientos de peso, consumo, conversión alimenticia, mortalidad y rendimientos en canal, con una disminución en el costo de kilo de pollo en pie.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Harina de carne y hueso

#### 2.1.1 Caracterización

La harina de carne y hueso (HCH) es una materia prima muy utilizada en dietas para pollos de engorde, reduciendo los costos de formulación de dietas (Faria *et al.* 2002). Dale (1997), menciona que la harina de carne y hueso se considera una de las primeras opciones como fuente de fósforo, debido al alto costo de las fuentes inorgánicas de este mineral.

Zumbado *et al.* (1996), menciona que la HCH en su mayoría está compuesta por vísceras y huesos. Los niveles de utilización de este producto alcanzan como máximo un 10%, pero su nivel de uso se determina respecto a los niveles de inclusión de otros ingredientes de origen animal en la dieta proporcionada a los pollos, así como también se toma en consideración la edad del ave para suministrar la harina de carne y hueso. Así por ejemplo, algunos nutricionistas no incorporan HCH en la dieta de preinicio o inicio, a causa de una baja capacidad de digestión de la grasa animal por parte de las aves.

Según la AAFCO (American Association of Feed Control Officials), citado en Ravindran *et al.* (2005), la HCH es un producto que se obtiene de la extracción de las grasas de los tejidos de mamíferos, donde se incluye los huesos sin añadir los pelos, sangre, pezuñas, cueros, cuernos, excrementos, contenidos estomacales y del rumen, con excepción de algunas cantidades que puedan adicionarse inevitablemente en las prácticas de proceso.

Meat and Bone Meal (2000), señala que el contenido de hueso en HCH, aporta fósforo y calcio, contribuyendo al suministro de minerales necesarios para

la dieta de las aves, sin embargo debe tenerse especial cuidado en la formulación de los piensos a utilizar.

Alvarez (1998), menciona que un contenido alto de hueso reduce los niveles de energía y proteína, mientras que se aumenta el fósforo y calcio. De igual manera la cantidad de grasa extraída después del cocido ejerce un efecto importante sobre el contenido final de energía metabolizable (EM).

Según Lessire y Leclercq (1983), las muestras de harina de carne con altos niveles de proteína no necesariamente contiene un nivel alto o bajo de energía; esta es medida por la grasa que aporta dos veces más de energía que la proteína.

Con respecto a la palatabilidad de la HCH, según Miles y Jacob (2009), el problema que presenta este producto generalmente se asocia con la rancidez de la grasa que no ha sido adecuadamente tratada con un antioxidante. Sin embargo hoy en día, la mayoría de carne de alta calidad y productos de harina de carne y hueso son tratados adecuadamente con antioxidantes.

### **2.1.2 Composición nutricional**

Según Falla (2005), el conocimiento de las características físico-químicas de las materias primas como HCH, es muy importante para la utilización en la alimentación animal, así en el Anexo 1, se muestra la composición nutricional de la harina de carne y hueso.

Este subproducto de origen animal tiene un 55% de proteína cruda (PC), calcio (Ca) de 7 a 10%, fósforo (P) de 3,8 a 5% (valores que pueden variar dependiendo de la cantidad de hueso que se presente en las harinas) (Rojas *et al.* 2005). Según Leeson, citado en Soto (1998), la HCH debe tener un nivel de proteína alrededor de un 50%, fósforo 4% como mínimo y calcio 8%; debido a que los minerales provienen del hueso, la relación calcio:fósforo debe ser una relación

de 2:1, cambios en esta relación indican alteraciones de la materia prima con otras fuentes minerales.

La composición química y el valor proteínico de la harina de carne y hueso de Costa Rica es muy variable, debido a la variedad de ingredientes que se utilizan en su elaboración, condiciones de procesamiento y almacenamiento. Se han encontrado valores de 44,3 a 55,1% de proteína cruda y 8,15 – 11,92% en grasa, en diferentes harinas de carne y hueso (Vargas *et al.* 1982).

La AAFCO, citado por Peña (2007), menciona que el nivel de calcio no debe ser más de 2,2 veces el nivel de fósforo presente en la ración. Rojas *et al.* (2005), señalan que la calidad de proteína va cambiar dependiendo de las cantidades de colágeno y queratina.

Martosiswoyo y Jensen, citados en Sartorelli *et al.* (2003) señala que altos niveles de calcio y fósforo procedentes de un 40% de inclusión de harina de carne y hueso, puede comprometer la utilización de otros nutrientes en la HCH, con respecto a un nivel de inclusión de un 20%. Estos autores encontraron una relación inversa entre el nivel de inclusión de la dieta y valores de energía metabolizable.

La NRC (Consejo Nacional de Investigación), citado en Alvarez (1998), reporta que la HCH, contiene 2528 kcal/kg de energía metabolizable , 93% de materia seca, 10% de grasa, 50,4% de proteína, 10,3% de calcio y 28,6% de cenizas; estos porcentajes pueden variar según los procesos utilizados en la preparación de harina de carne y hueso. Carpenter y Clegg, citados en Sartorelli *et al.* (2003), menciona que una EM (energía metabolizable) de 2150 kcal/kg, es característico de una muestra que contiene 50,4% de proteína y 10,0% de extracto etéreo.

Esteve-Garcia *et al.*, citado por Karakas *et al.* (2001), reportan que el contenido de EM es más bajo en niveles más altos de inclusión de 5 o 10 a 20%. Dolz y De Blas, citados en Sartorelli *et al.* (2003), reportaron una tendencia hacia una mayor EM cuando harinas de carne y hueso se incluyeron en 6% que se aproxima al nivel práctico de la utilización de HCH.

Karakas *et al.* (2001), evaluaron la digestibilidad de carne y hueso en tres batches de HCH bovino y tres de HCH de cerdo con diferentes niveles de ceniza, con un nivel de inclusión de 10%, utilizando una dieta base con maíz y harina de soya. La HCH de ganado y cerdo con menor contenido de ceniza, también fue evaluada a un nivel de inclusión de 20%. Entre los resultados que se obtuvieron se demostró que el origen de las especies en la preparación de HCH, no tuvo efecto significativo, mientras que la energía metabolizable (EM) disminuyó con mayores contenidos de ceniza y mayores niveles de inclusión.

La cantidad de hueso puede afectar el valor nutritivo del HCH, ya que entre mayor presencia de hueso mayor es la proporción de ceniza, además afecta la disponibilidad de aminoácidos por el aumento de colágeno presente en huesos, ligamentos y tendones. La harina de carne y hueso que contenga menos de 50% de proteína puede tener colágeno suficiente para reducir la concentración de lisina y otros aminoácidos esenciales (Otárola 2008).

Un estudio realizado por Hamilton, citado por Otárola (2008), muestra coeficientes de digestibilidad mayores de 90% para lisina y algunos aminoácidos de importancia presentes en la HCH. En otro estudio del mismo autor, se determinó que la harina de carne y hueso presenta una baja y alta digestibilidad de lisina entre 71 y 92%, mientras que para la metionina se determinó una digestibilidad entre 83 y 91%. Según este autor, los aminoácidos más limitantes en dietas que contengan harina de carne y hueso son la lisina y el triptófano. Las raciones que tengan un 10% o más de HCH, presentan un exceso de fósforo y

calcio (alto contenido de minerales), lo que puede llegar a ser una limitación en la utilización de harinas de carne y hueso en las dietas de aves.

Según Mauron *et al*, citado por Vargas (1977), uno de los factores que influye sobre la disponibilidad de los aminoácidos, son reacciones como la que ocurre con el aminoácido lisina en condiciones físico-químicas en presencia de glúcidos o lípidos, donde el grupo épsilon amino de la lisina reacciona con los grupos carbonilos reductores, formándose un complejo que no puede ser atacado por las enzimas digestivas, siendo quizás esta reacción la responsable de un menor grado de aprovechamiento de lisina que se observa en algunos productos que han sido procesados.

Monforte *et al*, citado en Otárola (2008), determinaron valores de digestibilidad aparente de hasta 53% para cistina en harina de carne y hueso, donde un factor influyente para esta baja digestibilidad podía ser la composición química de la materia prima.

Según Parson *et al*. (1997), existe una correlación entre la digestibilidad ileal aparente y el contenido de cenizas de HCH. Así lo reafirma Shirley y Parsons (2001), los cuales realizaron un estudio con muestras de harina de carne y hueso, donde se pudo observar que a mayor porcentaje de ceniza de las muestras evaluadas de harina de carne y hueso, los porcentajes en Ala (Alanina), Gli (Glicina), Arg (Arginina) y Pro (Prolina) aumentaron. A diferencia de los niveles de proteína cruda y los aminoácidos esenciales con excepción de la Arg (Arginina), estos se redujeron mientras los contenidos de ceniza aumentaron. La relación de eficiencia proteica (ganancia de peso por unidad de proteína ingerida) decreció, mientras que el contenido de cenizas aumentó; los mayores efectos de los porcentajes de ceniza sobre la eficiencia proteica se debieron a las diferencias de los niveles de fósforo y calcio en las dietas suministradas.

La temperatura y el sistema con que se fabrique la harina de carne y hueso afecta la digestibilidad verdadera de aminoácidos, especialmente de lisina (68 a 92 %) y de cisteína (20 a 71%), además de la energía metabolizable verdadera (EMVn). El aumento de las cenizas también perjudica la energía metabolizable verdadera, por lo que se recomienda formular dietas para consumo avícola adicionando harina de carne y hueso con base en aminoácidos digestibles (Penz y Gianfellici 2008).

Rostagno *et al.* (1995), demostró que las dietas que fueron formuladas con base en aminoácidos digestibles en raciones que contenían ingredientes alternativos, como HCH, mejoran el desempeño en relación a dietas que fueron formuladas con base en aminoácidos totales. Así también estudios realizados por Suida, citado en Faria *et al.* (2002), utilizando dietas con la inclusión de 5 y 10% de harina de carne y hueso para pollos de engorde en la fase inicial, con formulaciones basadas en aminoácidos digestibles y totales, se obtuvo un mejor desempeño de las aves que fueron alimentadas con dietas a base de aminoácidos digestibles, principalmente cuando se consideró el 10% de HCH.

### **2.1.3 Procesamiento**

Según Herold (1996), existen dos factores que influyen en el valor nutritivo de la preparación de harinas de origen animal siendo estas el procesamiento y las materias primas utilizadas en la elaboración del alimento. Así Parsons *et al.* (1997), evaluó 16 muestras de HCH, donde encontraron diferencias importantes en la cantidad de proteína entre estas.

Rojas *et al.* (2005), menciona que esta harina es producida por secado en calderas a temperaturas entre 90 y 115°C, el producto es cocido con vapor para la eliminación de humedad. El proceso de fabricación de HCH ha tenido modificaciones importantes que han provocado cambios significativos en la calidad de la proteína. Inicialmente era un procesamiento en lotes de 8 horas de calor a



70°C, extrayendo la grasa con solventes orgánicos (eliminados con vapor caliente entre 15 y 30 min), luego el proceso de fabricación de la HCH pasó a ser continuo a menor temperatura y sin solventes, eliminando la grasa y ocasionando un menor daño a la calidad de la proteína.

Vargas (1977), evaluó la composición química de HCH procedentes de diferentes mataderos (Montecillos y G.I.S.A), donde obtuvo rendimientos distintos según el procesamiento utilizado en cada uno de ellos.

Estudios realizados por Wang y Parsons (1998), indican que una temperatura de procesamiento mayor (110 frente a 140°C) con un tiempo moderado de 15 a 20 minutos en una autoclave, en general dio un valor significativamente menor de digestibilidad de aminoácidos (AA), al igual que un efecto negativo sobre el contenido de EMVn (energía metabolizable verdadera) del HCH. También la duración del tiempo de procesamiento (15 a 20 min frente a 180 a 240 min) mostraron una reducción parcial de la digestibilidad de aminoácidos con un mayor tiempo de procesamiento.

Estudios realizados por Hamilton, citado en Otárola (2008), menciona que una elevada temperatura y presión en el procesamiento de HCH, puede afectar la digestibilidad ileal de la proteína, en especial de cistina y metionina. También indica que la digestibilidad de los aminoácidos de los músculos y vísceras, disminuye a medida que aumenta la temperatura de 110 a 130°C. Con respecto a los tejidos duros (huesos y tejidos asociados), la digestibilidad mejoró con el respectivo aumento de temperatura, presentando la mezcla normal de tejidos blandos y duros, una digestibilidad de aminoácidos similar con el aumento de la temperatura.

Según Wang y Parsons (1998) existen variaciones de digestibilidad de lisina y cistina de harina de carne y hueso, como efecto del sistema de proceso y temperatura utilizados.

#### **2.1.4 Prohibición de harina de carne y hueso de origen rumiante**

En algunos países, la prohibición de la alimentación de animales con harina de carne y hueso de origen rumiante ha sido el primer paso, para evitar el contagio de los animales de Encefalopatía Espongiforme Bovina. Posteriormente se han realizado prohibiciones de harina de carne y hueso de origen mamífero por la dificultad para diferenciarlas de una de origen rumiante, según la FAO (2009).

Aunque la harina de carne y hueso no sea incorporada voluntariamente en el alimento de los animales, existe el riesgo de reciclar el agente mediante contaminación cruzada en la fabricación de alimentos y alimentación cruzada en granjas. Se ha demostrado que pequeñas cantidades de harina de carne y hueso son suficientes para infectar al ganado, las cuales pueden ser resultado de una contaminación cruzada de HCH de residuos con alimento para cerdos o pollos que contienen harina de carne y hueso, en fábricas de alimento que producen este tipo de materia prima en la misma línea de producción (FAO 2009).

En Costa Rica el Poder Ejecutivo Decreto-MAG, establece diez artículos de prohibición y medidas sanitarias con respecto a siete consideraciones, para todo producto de origen animal (harina de carne y hueso, productos derivados de la sangre, harina de pezuñas y cualquier otro material proveniente de rumiantes) utilizado como alimento para los animales, con el objetivo de establecer procedimientos de inactivación de los agentes causales de las encefalopatías espongiformes transmisibles (SENASA 2006).

## **2.2 Tortave o Harina de Subproductos Avícolas**

### **2.2.1 Caracterización**

Como productos avícolas se pueden obtener harina de desechos totales de aves o tortave, harina de subproductos de aves, que incluyen principalmente vísceras y otros desechos cárnicos. Se puede separar las plumas y grasa, donde se obtiene plumas hidrolizadas (generalmente con sangre), y grasa de aves (Alvarez 1998).

La tortave es un subproducto de origen animal que contiene aves enteras muertas o descartadas en el proceso, plumas, vísceras, sangre, grasa, desechos del deshuese, desechos de la incubación, sobras del proceso posterior a la incubación y embutidos. El nivel de utilización de este producto, se encuentra limitado tanto por su disponibilidad como por su contenido nutricional. Los subproductos avícolas, son más utilizados que la harina de carne y hueso en etapas de preinicio o inicio, debido a que la grasa de los pollos se puede digerir más fácilmente que el cebo que contiene la harina de carne y hueso. La composición nutricional del tortave es de 93% materia seca, 2950 kcal/kg de energía metabolizable, 60% de proteína cruda, 13% de grasa, 1,7% de fósforo, 3% de calcio (Zumbado *et al.* 1996).

Los residuos que se obtienen en la planta de matanza de la producción avícola, están compuesto de grasa, proteína, hidratos de carbono, agua, minerales, sales, vitaminas etc, que son fundamentales en el desarrollo de las aves (Herrera 2008).

Según Leeson *et al*, citado en Otárola (2008), la tortave también conocida como harina de subproductos avícolas (HSA), presenta niveles más bajos de calcio y fósforo con respecto a la harina de carne y hueso. Esta materia prima va tener variabilidad en su composición según la adición de plumas durante su

procesamiento. Debido a que las plumas están compuestas principalmente por queratina, se recomienda procesarlas en forma separada de la HSA, ya que estas necesitan de un mayor calentamiento con el fin de hidrolizar la queratina. Según Summers, citado en Retana (1984), la queratina es un tipo de proteína resistente a la hidrólisis con enzimas proteolíticas que se encuentran presentes en el tracto gastrointestinal de monogástricos.

### **2.2.2 Composición nutricional**

La tortave, puede llegar a tener niveles de proteína cruda (PC) y grasa de 64,2 y 20,5% respectivamente. Estos porcentajes son altos en comparación con otros productos de origen animal, lo cual se justifica ya que la presencia de una cantidad considerable de plumas y sangre en la mezcla hacen que la proteína sea alta, mientras que la grasa abdominal de los pollos procesados aumenta la grasa en la tortave (Zumbado y Murillo 1986).

Cambroner y Chan (1982), mencionan que la energía metabolizable de la tortave presenta valores en un rango de 3483 y 4725 kcal/kg, con un valor medio de 4437 kcal/kg para aves jóvenes. Estos mismos autores reportan cantidades de minerales presentes en el tortave, como se muestra en el Anexo 2.

Según Naber y Morgan, citados en Bolaños (1985), el valor nutritivo de la tortave se encuentra relacionada con el rompimiento físico-químico de las queratinas y los aminoácidos presentes en esta proteína. Doty, citado en Mora (1984), menciona que la harina de subproductos avícolas es muy rica en histidina, triptófano y cistina. En el Anexo 3, se muestra el contenido de los diferentes aminoácidos presentes en la tortave mencionados por Mora (1984).

Se ha estimado que puede llegar a utilizarse hasta un 12% de tortave en sustitución de harina de soya, si las condiciones económicas lo permiten (Zumbado y Murillo 1986). Bhargata *et al*, citados por Zumbado y Murillo (1986),

determinaron que con la adición de 10% de tortave en la dieta de iniciación de pollos de engorde, se obtienen buenos resultados, siendo estos mejores adicionando lisina y metionina sintética a la dieta. Mientras que Keppens *et al*, citado por Zumbado y Murillo (1986), reportaron que la adición de 15 a 20% de harina de subproductos avícolas tuvo una depresión importante en la conversión alimenticia y crecimiento de las aves.

Zumbado y Murillo (1986), realizaron dos experimentos donde evaluaron la sustitución de dietas que contenían harinas de maíz y soya por cantidades determinadas de harina de pescado y tortave en dietas de iniciación de pollos de engorde. En este primer experimento se evaluó la dieta control a base de maíz y soya, y tres niveles (6, 9 y 12%) de tortave y harina de pescado. Uno de los resultados obtenidos en este estudio, fue que las dietas con 6% de tortave presentaron las mejores conversiones alimenticias junto con las dietas de 6 y 9% de harina de pescado, mientras que los valores de consumo y ganancia de peso fueron mayores en la dieta control que no tenía harinas animales. En el experimento dos, se observó que al mezclar ambos productos (harina de pescado y tortave), se obtuvieron mejores resultados que cuando se utilizaron individualmente; ante esta situación los autores discutieron que esto puede ser posible ya que al mezclar harina de pescado y tortave se logra un balance de aminoácidos lo que estimula el crecimiento de las aves.

Según Stephenson, citado en Bolaños (1985), la suplementación de DL-Metionina no tiene ningún valor en dietas maíz-soya con un contenido adecuado de proteína. Lo contrario sucede cuando los niveles de proteína se reducen 15% o cuando se combinaron dietas maíz-soya con tortave, la adición de DL-Metionina promovió el crecimiento de las aves. Según Naber *et al*, citado en Bolaños (1985), el aminoácido deficiente en dietas de maíz, soya y HSA es la metionina. Los aminoácidos escasos en la harina de subproductos avícolas son suplidos en cantidades adecuadas al usar ingredientes como maíz y soya. Estos mismos

autores encontraron que al adicionar HSA para suplir un 5% de la proteína en la dieta, el crecimiento fue mejor con respecto a una dieta de maíz-soya.

Alvarez (1998), realizó un estudio donde se evaluó el efecto de sustituir aceite de soya refinado por aceite de ácido de palma (50% ácidos grasos de palma y 50% aceite crudo de palma) o por harina de carne y hueso o tortave, donde se observó en términos económicos que la harina de subproductos avícolas fue la más eficiente dado su alto nivel de proteína cruda y energía.

### **2.2.3 Procesamiento**

De los desechos avícolas se pueden obtener tres materias primas: harina de desechos de aves (sangre y vísceras), harina de plumas hidrolizadas y grasa. En plantas de matanza pequeñas elaboran una harina que mezcla todo, conocida también como tortave. La desventaja de hacer la mezcla de todas las materias primas es que durante el tratamiento con vapor (utilizada para la hidrólisis de los enlaces disulfuro de la queratina de las plumas) se afecta la disponibilidad de lisina y otros aminoácidos que están presentes en la carne de la mezcla (Zumbado y Murillo 1986).

El procesamiento completo de subproductos de origen avícola resulta de triturar, cocer y secar desperdicios de hueso carnudo y otros residuos del ave, los cuales son una fuente de energía y proteína, que presenta buenos niveles de calcio, fósforo y magnesio (Herrera 2008).

Retana (1984), menciona que uno de los procesamientos más utilizados es aplicar a los subproductos una presión de 3-4 kg/cm<sup>2</sup> durante 30-60 minutos con una agitación constante. Según este autor a menor presión y temperatura, así como a menor tiempo de procesamiento, se obtiene una harina de subproductos avícolas de mayor calidad, reflejado en mejores rendimientos de peso a 4 semanas y mayor eficiencia en conversión alimenticia en pollos parrilleros. Las

presiones donde se obtuvieron mejores resultados estuvo entre 1,05 y 1,4 kg/cm<sup>2</sup> a temperaturas de 121 y 126 °C, respectivamente y en los casos donde el tiempo de procesamiento fue menor de 15 minutos. En un estudio realizado por Mora (1984), concluyeron que la máxima ganancia de peso, eficiencia alimenticia y disponibilidad de lisina se obtuvo por el procesamiento a 1,4 kg/cm<sup>2</sup> de presión con un tiempo menor a un minuto y con 1,06 kg/cm<sup>2</sup> por quince minutos.

Por otra parte, Morris y Balloun, citado en Mora (1984), probaron presiones de 2,82 y 3,52 kg/cm<sup>2</sup>, por 30 y 60 minutos con agitación intermitente (agitación un minuto, cada dos minutos) y el método estándar de presión (2,45 kg/cm<sup>2</sup>) con agitación constante. Los resultados que se obtuvieron de esta investigación demuestran que se incrementó el contenido de cistina con el tiempo y presión del procesamiento, además establecieron que ocurre un marcado descenso en el contenido de grasa en las harinas procesadas por 60 minutos comparadas con las procesadas por 30 minutos. Los subproductos que fueron procesados por el método estándar mostraron porcentajes más bajos en proteína neta que cualquiera de los otros métodos y los procesados a una presión de 3,52 kg/cm<sup>2</sup>, mostraron el mayor contenido de proteínas y un mayor nivel de disponibilidad de lisina, metionina e histidina.

Según Falla (2006), la tortave se procesa siguiendo una metodología similar a la que se utiliza en el proceso del hueso y en la producción de harina de carne y hueso, la única diferencia que existe radica en que para lograr una mejor digestibilidad la proteína de las plumas debe ser hidrolizada. Esta hidrólisis se logra colocando las plumas con las vísceras y la sangre dentro del cocedor, hasta alcanzar una presión de 75 psi, posteriormente a este proceso se continúa normalmente utilizando el proceso similar de harina de carne y hueso.

Muller y Ogun, citado en Mora (1984), indican que para la utilización de proteína de queratina, esta debe someterse a un proceso de hidrólisis, con el objetivo de desdoblar los enlaces disulfuro. Summers, citado en Mora (1984),

señala que el tratamiento de hidrólisis de plumas puede llevarse a cabo con sulfuro de sodio o con vapor a presión, logrando una proteína de alta digestibilidad. Otárola (2008) menciona que la tortave puede contener plumas siempre y cuando estas se encuentren bien hidrolizadas.

#### **2.2.4 Limitación**

Una de las limitaciones que puede presentar la utilización de tortave en las raciones de pollos de engorde se puede atribuir al alto nivel incluido en dietas de inicio, presentándose posibles niveles más bajos de digestibilidad de aminoácidos, debido al procesamiento empleado en esta materia prima (Alvarez 1998).

### **2.3 Maíz**

#### **2.3.1 Caracterización**

El maíz es el cereal más utilizado en la alimentación animal, la mayoría del grano empleado es grado US#2 (lugar de origen US (United States) por sus siglas en inglés, maíz grado dos) o de menor calidad. En una dieta que contenga un 65% de maíz aproximadamente el 30% de la proteína total es aportada por esta materia prima, mientras que el aporte energético se encuentra entre 65 a 70% de la energía contenida en la dieta (Chaves s.f.).

Según Peterson, citado en Armas y Chicco (1970), el orden decreciente en la ganancia de peso en la comparación de varios cereales es el maíz, avena, mijo y cebada, siendo el maíz el mejor cereal para la ganancia de peso en la producción de pollos de engorde.



### **2.3.2 Composición Nutricional**

El maíz presenta niveles bajos de proteína y es deficiente en triptófano, lisina, calcio y fósforo aprovechable por los no rumiantes, sin embargo la utilización de enzimas fitasas permite elevar los niveles de fósforo aprovechable. Este grano aporta energía a la dieta, la cual es proporcionada por el endospermo almidonoso y el germen que contiene 3-4% de aceite. El maíz también aporta vitamina E, pero presenta bajos niveles de vitamina A y B (Rojas *et al.* 2005).

Chaves (s.f.), menciona que el maíz es uno de los cereales con mejores características nutritivas tanto en disponibilidad como en concentración de energía, presentando así valores de 4,54 kcal/kg de energía bruta, 3,94 kcal/kg de energía metabolizable, con un 86,8% de disponibilidad.

Otárola (2008), indica que la digestibilidad relativa de la proteína del maíz (89%) es inferior a la proteína animal, que en promedio es de 95%. Esta digestibilidad es variable en función a la composición proteica, la cual puede oscilar entre 82 y 88%, debido a la presencia de otros componentes y presencia de fibra. A pesar de esto puede haber harinas de origen animal con una digestibilidad menor debido al procesamiento y tipo de harina utilizadas.

## **2.4 Soya**

### **2.4.1 Caracterización y composición nutricional**

Según Cáceres y Cedeño (2003), la soya es una buena alternativa en la utilización de dietas de pollos de engorde, ya que contiene un alto nivel de proteína (49%), niveles altos de energía metabolizable (3951 kcal/kg). Campabadal *et al.* (1985), indican que el efecto positivo sobre los rendimientos que obtengan los pollos con la utilización de soya, está relacionado con el tipo de procesamiento al que se somete esta materia prima.

Monge, citado en Otárola (2008), indica que el frijol de soya es rico en proteínas, energía y minerales; posee de 33 a 45% de proteínas nutritivas, excepto por una deficiencia de aminoácidos azufrados como la metionina y la cistina.

#### **2.4.2 Limitación**

Leeson *et al*, citado en Otárola (2008), mencionan que el frijol de la soya contiene algunos compuestos tóxicos, tales como los inhibidores de proteasas, especialmente de tripsina, en menor importancia lectinas o hemaglutininas, fitatos, oligosacáridos, estrógenos y saponinas entre otros. Estos inhibidores afectan la digestión de las proteínas y pueden ocasionar hipertrofia compensatoria del páncreas (50-100% del peso normal), disminuyendo el crecimiento y la producción de huevo. Por esta razón es importante realizar un adecuado proceso de calentamiento, tomando en cuenta que un sobrecalentamiento puede destruir la lisina y reducir la energía metabolizable.

Otárola (2008), realizó evaluaciones de temperaturas en autoclave, determinando que la temperatura adecuada para el procesamiento del frijol de soya integral mediante extrusión en húmedo, estuvo entre 122 y 126°C; temperaturas inferiores a éstas mostraron depresión en la ganancia de peso y aumento en el peso relativo del páncreas, mientras que temperaturas cercanas a los 140°C comprometen la disponibilidad de lisina afectando el desempeño de las aves.

## **2.5 Estudios realizados en la utilización de harinas de origen animal y vegetal en la nutrición de pollos de engorde**

En un estudio realizado por Bellarver *et al.* (2005), donde sustituyeron la harina de origen animal por ingredientes de origen vegetal en dietas para pollos de engorde, demostró que los rendimientos de las aves alimentadas con proteína vegetal fueron superiores a las dietas que contenían proteínas animales. Evaluando los pesos corporales, no encontraron diferencias entre dietas a los 21 días, pero a los 35 y 41 días las aves que obtuvieron mayor peso fueron las alimentadas con harinas de origen vegetal. Con respecto a la conversión alimenticia, uno de los tratamientos sin harinas animales fue el que obtuvo la mejor conversión en las etapas de 1-21, 22-35 y 36-41 días siendo estas de 1,36, 1,51, 1,68 respectivamente.

Faria *et al.* (2002), realizaron un estudio donde evaluaron la harina de carne y hueso (HCH) en la alimentación de pollos de engorde. En esta investigación se evaluó la inclusión de harina de carne y hueso a niveles de 3 y 6%, además de un tratamiento control de maíz y harina de soya, sin harina de carne y hueso. En este estudio encontraron que el consumo y ganancia de peso fueron influenciados por la inclusión de harina de carne y hueso, siendo verificada una mayor ganancia de peso cuando el HCH no fue incluido en la dieta. También demostraron que la grasa abdominal fue menor cuando la harina de carne y hueso no se adicionó a la dieta. Considerando la evaluación que realizaron en el periodo de 0-21 días, estos autores obtuvieron diferencias significativas en el consumo, siendo la dieta testigo la que obtuvo mayor consumo de alimento que las dietas con HCH. En el periodo de 21-49 días comparando la dieta testigo con las dietas donde se adicionó harina de carne y hueso, obtuvieron diferencias significativas en la ganancia de peso y conversión alimenticia, donde la dieta testigo fue la mejor con respecto a las dietas que contenían HCH, mientras que no se observaron diferencias en el consumo de alimento. En el periodo total del experimento estos autores encontraron diferencias significativas en la ganancia de peso, siendo la dieta testigo la que presentó

mejores rendimientos en comparación con las dietas que contenían harina de carne y hueso. Con respecto al rendimiento en canal se encontraron diferencias significativas de grasa abdominal, la cual se redujo cuando las aves consumieron la dieta testigo en comparación con la dieta que contenía HCH.

Un estudio realizado por Jensen, citado en Faria *et al.* (2002), señala que al incorporar en las dietas ingredientes con valores de energía metabolizables sobreestimados, se produce una alta relación energía:proteína, que genera mayores valores de grasa abdominal.

Bozkurt *et al.* (2004), investigaron sobre el efecto de adicionar HCH en diferentes porcentajes (2,0, 3,5 y 5%) a la dieta de pollos de engorde en rendimientos de 22 a 42 días de edad. Los resultados mostraron, que los tratamientos que contenían HCH tuvieron un mejor rendimiento en canal que la dieta control, la cual no tenía harina de carne y hueso, siendo las dietas con los niveles de 3,5 y 5% de HCH las de mejor rendimiento. Con respecto a la mortalidad, en este estudio se demostró que las dietas de pollos de engorde que contenían harina de carne y hueso no tuvieron ningún efecto significativo en la mortalidad de las aves de este experimento. También evaluaron el costo de las dietas con niveles de 2, 3,5 y 5% de HCH, estas fueron más baratas en 2,19, 3,65 y 4,49%; respectivamente que la dieta control que no contenía harina de carne y hueso.

### **3. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 Localización**

La fase experimental de esta investigación se realizó en la Granja Experimental Potrerillos, Corporación PIPASA S.A., situada en San Rafael, Alajuela. Esta granja se encuentra a una altitud estimada de 912 m.s.n.m, comprendida entre los 9°55'48" latitud norte y los 84°11'16" longitud oeste.

#### **3.2 Condiciones Climáticas**

La temperatura promedio anual es de 22,9°C, con una precipitación promedio anual de 2,298 mm, una humedad relativa del 76%, evaporización de 5,4 mm, y radiación solar de 19,1 Megajulios/m<sup>2</sup> (Instituto Meteorológico Nacional, 2009).

#### **3.3 Periodo de trabajo**

La etapa de campo del experimento se realizó del 24 de julio al 4 de setiembre del 2009, con una duración total de seis semanas.

#### **3.4 Descripción de las instalaciones y equipo**

##### **3.4.1 Instalaciones**

La granja cuenta con las siguientes áreas:

- Área de ingreso
- Bodega
- Comedor
- Galeras

En el área de ingreso se encuentra la oficina, las duchas y lavandería. Esta granja cuenta con exigentes normas de bioseguridad, siendo así obligatorio que cada trabajador y visitante que ingrese a la granja tenga que ducharse y utilizar la ropa y calzado que proporciona la granja. También existe una entrada exclusiva para vehículos donde son debidamente fumigados antes de su ingreso (Figura 1).



**Figura 1.** Área de ingreso. Tomada con cámara digital. Granja Potrerillos PIPASA S.A. (Elizondo 2009).

Dentro de la granja se localiza el área de bodega, la cual se utiliza para guardar productos, instrumentos etc, necesarios para el cuidado y mantenimiento diario de las aves, así como el comedor, donde los trabajadores permanecen en horas de descanso.

Esta granja tiene siete galeras, dos de las cuales son experimentales. El estudio se realizó en la galera uno (Figura 2), la cual cuenta con dos entradas, una principal donde se encuentran pediluvios con agua y yodo para la desinfección de botas y una entrada alterna en la mitad del galpón, para recibir el alimento en sacos de cada tratamiento a utilizar. Las materias primas correspondiente a cada tratamiento se pesaron manualmente en una balanza granataria en la planta de

concentrados Aguilar y Solís, tres días antes de proporcionar el alimento a los pollos.

La galera se construyó con malla, cemento y madera. El cielo raso se encuentra cubierto por un aislante, que permite un mayor control de la temperatura. Esta galera es de ambiente controlado por lo que cuenta con un cuarto de control, donde se llevan los datos de temperatura y se verifica el buen funcionamiento de los parámetros necesarios para obtener un buen rendimiento de los pollos.



**Figura 2.** Galera uno: A. Vista este B. Vista oeste. Tomada con cámara digital. Granja Potrerillos PIPASA S.A. (Elizondo 2009).

Los corrales están contruidos con tubo plástico, malla, piso de cemento y cama de cascarilla de arroz (Figura 3).



**Figura 3.** Corrales experimentales: tubo plástico, malla, piso de cemento y cama de cascarilla de arroz. Tomada con cámara digital. Granja Potrerillos PIPASA S.A. (Elizondo 2009).

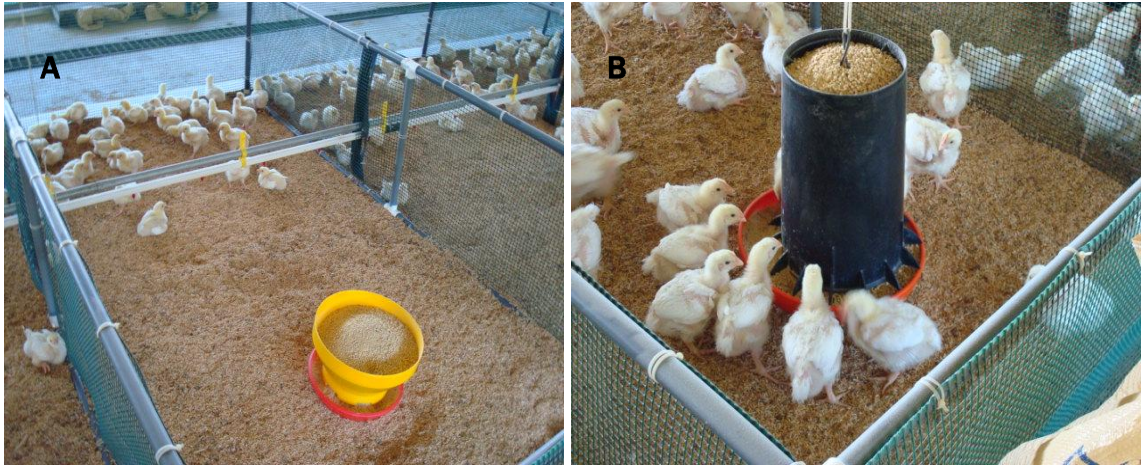
Los pollos se distribuyeron en 80 corrales dentro del galpón con 40 aves en cada uno de ellos (14,44 aves por m<sup>2</sup>), dejando un corral libre con el fin de trabajar con números pares a la hora de hacer las repeticiones de los tratamientos para facilitar el trabajo.

### **3.4.2 Equipo**

- **Comederos**

Los comederos se colocaron uno por corral (80 comederos en total). Para los primeros 10 días se dispuso de comederos tipo bandeja para pollo bebe, que fueron posteriormente sustituidos por comederos tipo tubular o tolva de llenado manual con capacidad para 9 kg (Figura 4).





**Figura 4.** Comederos: A. Comederos tipo bandeja para pollo bebe B. Comederos de tolva de llenado manual utilizados después de los 10 días del ingreso de los pollos. Tomada con cámara digital. Granja Potrerillos PIPASA S.A. (Elizondo 2009).

- **Bebederos**

Como bebederos se utilizó un sistema tipo nipple o de tetilla, (cinco por unidad experimental), para un total de ocho aves por bebedero (Figura 5).



**Figura 5.** Bebederos tipo nipple. Tomada con cámara digital. Granja Potrerillos PIPASA S.A. (Elizondo 2009).

- **Calentadores**

Se utilizaron dos calentadores de gas, que se activaron el tiempo necesario durante los primeros 9 días. Las temperaturas dentro de la granja en este tiempo fueron las siguientes: del primer al tercer día de 30 a 32°C, del cuarto al sexto día de 28 a 30°C y del sexto al noveno día de 26 a 28°C. En muchos casos a esta edad (de seis a nueve días), durante el día se lograba la temperatura adecuada, en caso de superarse la temperatura necesaria, se manejaba la ventilación mínima o la apertura de cortinas durante el día para refrescar al pollo y en la noche se utilizaban los calentadores, garantizando con esto una temperatura homogénea y adecuada (Figura 6).



**Figura 6.** Calentador de gas. Tomada con cámara digital. Granja Potrerillos PIPASA S.A. (Elizondo 2009).

- **Extractores utilizados en el sistema de túnel**

La granja, contó con un sistema de ambiente controlado. Durante los primeros 20 días, de desarrollo de los pollos, se manejó una ventilación mínima y se utilizaron las cortinas en momentos en que la temperatura subía por encima de lo recomendado, posteriormente se reguló la temperatura para lo que se utilizó el sistema de túnel, que cuenta con cinco extractores (Figura 7).



**Figura 7.** Extractores utilizados en el sistema de túnel. Tomada con cámara digital. Granja Potrerillos PIPASA S.A. (Elizondo 2009).

### **3.5 Manejo general del galpón y los pollos**

Inicialmente se sacó la gallinaza del galpón de la parvada anterior, luego se siguió con siete pasos en el lavado del mismo, a saber:

1. Levantamiento de cortinas.
2. Distribución del jabón.
3. Lavado del techo.
4. Lavado del equipo (comederos y bebederos).
5. Lavado de cortinas por dentro.
6. Lavado de piso.
7. Lavado de cortinas por fuera.

El jabón se distribuyó con una bomba (1l de jabón en dos estañones), posteriormente se retiró con agua. Después de este paso se aplicó una permetrina, para el control de *Alphitobius diaperinus* (Coleoptero:Tenebrionidae). En la aplicación de este producto se utilizaron 200 cc por bomba de 20 litros o 17 litros (tres por granja experimental). Seguidamente se aplicó soda cáustica (5 kg por estañón), que se dejó aproximadamente durante día y medio. Esta actividad

se realizó con protección adecuada para los trabajadores. El producto se distribuyó con una regadera. Posteriormente se colocó la granza en el galpón y finalmente se desinfectó la cama con un producto a base de amonio cuaternario de 5ta. generación.

Con respecto al manejo de los pollos, estos se vacunaron contra Newcastle y Gumboro, siete días después de su entrada al galpón. Esta vacunación se realizó por medio de nebulización con una bomba de gasolina. Para 1000 pollos se utilizaron 600 ml de agua. Se aplicó vinagre 48 horas después de la vacunación (80 g por estañon) cuatro horas diarias durante el día 4 y 5, con el propósito de incitar al pollo a tomar más agua refrescándolo y aumentando el consumo de alimento, además de ser utilizado como preventivo de la enteritis necrótica, causada por *Clostridium perfringes* y ayudando también a controlar la alcalosis metabólica. Se utilizó Amino-vit, (vitaminas, aminoácidos y minerales), dos estañones (50 ml por estañon) por cuatro horas al día durante 4 a 5 días. A la tercera semana del ingreso de los pollos, se aplicó yodo con agua (200 ml por estañon), 12 horas diarias durante 4 a 5 días.

En el programa de iluminación, los primeros cinco días se utilizó luz artificial las 24 horas, debido a que la galera es de cortina oscura y la luz natural es de baja intensidad, entrando solo por la parte superior de la pared. Después de este tiempo sólo se manejó con luz natural. Las aves se pesaron al momento del ingreso y luego cada siete días durante el periodo experimental hasta completar los 40 días.

### **3.6 Material Experimental**

Se utilizaron 3200 pollos de engorde de la línea Cobb® x Cobb®, provenientes de un mismo lote de reproductoras.

### 3.6.1 Distribución de los animales

Se utilizaron 80 corrales como unidades experimentales o repeticiones, que se distribuyeron en cuatro tratamientos, para un total de 20 repeticiones por tratamiento. Cada corral experimental contó con 40 pollos Cobb.

### 3.6.2 Dietas experimentales

Las dietas que se utilizaron en este experimento se formularon a base de harinas de origen vegetal y harinas de origen animal (Anexo 4). Se manejaron diferentes niveles de inclusión (%) de harinas de origen animal las cuales se distribuyeron según las etapas alimenticias (Cuadro 1).

Las etapas de alimentación fueron las siguientes:

**Preinicio (CO):** del día 1 al día 11, se utilizó concentrado de preinicio que utiliza la empresa PIPASA, sin suministro de harinas de origen animal.

**Inicio (C1):** del día 12 al día 24, se suministró concentrado de inicio mezclando harinas de origen animal y harinas de origen vegetal.

**Crecimiento (C2):** del día 25 al día 30, se utilizó concentrado de crecimiento, en el cual se incluyeron harinas de origen vegetal y harinas de origen animal.

**Finalización (C3):** del día 31 al día 40, se suministró concentrado de engorde, mezclado con harinas de origen animal y harinas de origen vegetal.

**Cuadro 1.** Tratamientos utilizados según el nivel de inclusión de harinas animales en cada etapa de alimentación, Potrerillos, Alajuela, 2009.

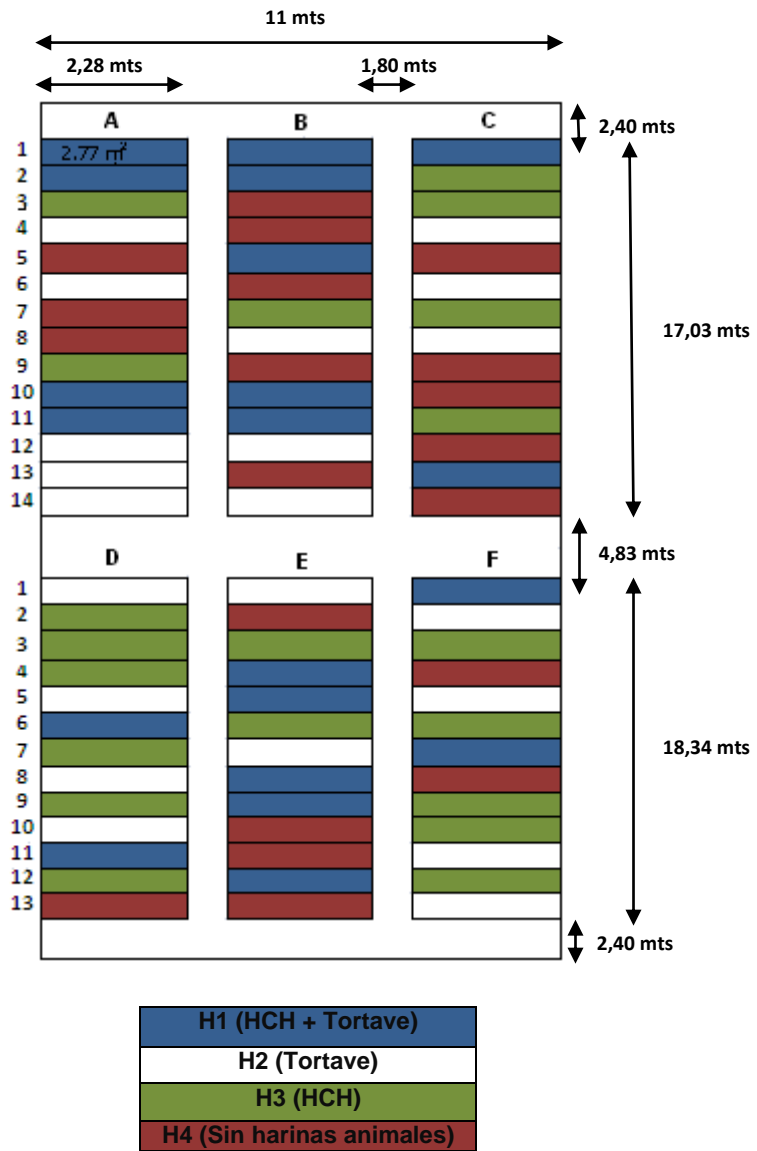
Tratamientos	Nivel de inclusión (%) de harina de carne y hueso (HCH)				Nivel de inclusión (%) de tortave o harina de subproductos avícolas				Promedio ponderado de las harinas de origen animal		
	CO	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3	HCH	Tortave	HCH + Tortave
H1	0	2,5	5	5	0	2,5	5	5	4,08	4,08	8,16
H2	0	0	0	0	0	2,5	5	5	0,00	4,08	4,08
H3	0	2,5	5	5	0	0	0	0	4,11	0,00	4,11
H4	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00

Las dietas se formularon con los mismos valores nutricionales (isocalóricas, valores de aminoácidos digestibles, calcio y fósforo disponible). Para tal fin se ajustó la composición de cada ingrediente en la matriz de formulación, según los resultados de laboratorio utilizando química húmeda y valores NIRS (Near-infrared spectroscopy), un equipo de espectroscopia del infrarrojo cercano que detecta enlaces químicos que constituyen compuestos principalmente de características C-H, O-H y N-H. Los análisis químicos de laboratorio de las dietas se observan en el Anexo 5.

### **3.6.3 Tratamientos**

Se utilizaron diferentes niveles de inclusión (%) de harinas de origen animal para cada tratamiento distribuidos según cada etapa alimenticia. Los tratamientos utilizados se observan en el Cuadro 1.

Estos tratamientos se distribuyeron según un modelo irrestricto al azar con un arreglo factorial 2\*2. Esta galera de 483,3 m<sup>2</sup>, se encuentra dividida en seis secciones lineales de las cuales la A, B, C, están divididas en 14 corrales cada una y la D, E y F en 13 corrales, cada corral tiene un tamaño de 2,77 m<sup>2</sup> (Figura 8).



**Figura 8.** Dimensiones del galpón, corrales y distribución de los tratamientos utilizados en el experimento, Granja Potrerillos PIPASA S.A, 2009.

### 3.6.4 Análisis Estadístico

Los tratamientos se analizaron estadísticamente para lo que se utilizó análisis de varianza (Prueba de F). Se realizaron las pruebas de supuestos de normalidad (Shapiro-Wilks), homocedasticidad (Levene), además de una prueba de Tukey (prueba de medias siendo  $p=0,05$ ) con el fin de conocer entre cuales medias de tratamientos se presentaron diferencias significativas. En las variables en que no se cumplió alguno de estos supuestos, se realizaron transformaciones de datos o una prueba de Kruskal Wallis en caso de no cumplirse los supuestos utilizando las transformaciones. Para el análisis se utilizó el programa estadístico InfoStat 2009. Se estimaron los grados de libertad según las fuentes de variación de este experimento (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Fuente de variación y grados de libertad para el modelo estadístico empleado en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

Fuente de variación	Grados de libertad *
Efecto de tratamientos	3
Error experimental	57
TOTAL	60

\* En caso de covarianza (sexo de los pollos) se consideró con un grado menos de libertad para el error experimental, con un total de 56 grados de libertad.



### 3.7 Diseño Experimental

En este experimento se utilizó un diseño irrestricto al azar con arreglo factorial 2\*2 donde cada factor fue una fuente de origen animal con dos niveles ausentes y dos niveles presentes. Cada tratamiento se repitió 20 veces para lo que se utilizaron 40 aves por corral o repetición.

En los análisis de varianza se incluyó el efecto de covarianza de la proporción de hembras en los parámetros de peso acumulado (g), consumo acumulado (g), porcentaje de mortalidad acumulada y conversión alimenticia (gramos de consumo de alimento/gramos de ganancia de peso) e interacción entre harina de carne y hueso y tortave. En los casos de no significancia este efecto se omitió.

Para los parámetros de peso en canal (g), rendimiento de canal (%), rendimiento de pechuga (%), rendimiento de alas (%), rendimiento de muslo (%), rendimiento de filete (%) y porcentaje de grasa abdominal, en el análisis de varianza se incluyó el efecto del sexo como covariable, además de la interacción entre harina de carne y hueso y tortave.

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

Modelo matemático:  $Y_{ijk} = \mu + H_i + T_j + (H*T)_{ij} + [S_k] + [\beta (\bar{x}_{ij} - \bar{x})] + \epsilon_{ijk}$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Respuesta de cada unidad experimental.

$\mu$  = Efecto común de todas las observaciones.

$H_i$  = Presencia o no de harina de carne y hueso,  $i=0,1$

$T_j$  = Presencia o no de tortave,  $j=0,1$

$(H*T)_{ij}$  = Interacción entre harina de carne y hueso y tortave.

$[S_k]$  = Efecto del sexo, si corresponde.

$[\beta (\bar{x}_{ij} - \bar{x})]$  = Covarianza del porcentaje de hembras, si corresponde.

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental.

### 3.8 Variables a Evaluar

#### 3.8.1 Parámetros Productivos a nivel de granja

Las variables evaluadas fueron el peso acumulado, consumo de alimento acumulado, conversión alimenticia ajustada y porcentaje de mortalidad acumulado, tal como se describen a continuación:

- **Ganancia de peso:** Las aves fueron pesadas en los días 1, 7, 14, 21, 28, 35 y 40 del ciclo productivo del pollo, realizando un pesaje semanal hasta completar los 40 días. Para realizar el pesaje se utilizó una báscula granataria, tomando las 40 aves de cada uno de los tratamientos evaluados. La ganancia de peso se determinó utilizando la relación del peso total de las aves, entre el número de aves vivas en cada corral.
- **Consumo de alimento:** El consumo de alimento se determinó por la diferencia entre lo que se ofreció al pollo y el alimento que quedó como residuo en el comedero al momento de la evaluación. Esta variable fue evaluada los días 7, 14, 21, 28, 35 y 40 del ciclo productivo del pollo. Este resultado se relacionó con el número de aves vivas presente en la parvada.
- **Conversión alimenticia ajustada:** Esta conversión alimenticia resultó de la relación del consumo de alimento entre la ganancia de peso; realizándose un ajuste por mortalidad. Este parámetro fue evaluado los días 7, 14, 21, 28, 35 y 40 del ciclo productivo del pollo.
- **Porcentaje de mortalidad acumulada:** Este porcentaje de mortalidad se determinó, tomando en cuenta la mortalidad por semana, la cual se acumulaba hasta las seis semanas del experimento, donde se multiplicó por 100 y dividió entre la cantidad de aves al inicio. Esta variable fue evaluada los días 7, 14, 21, 28, 35 y 40 del ciclo productivo del pollo.

### 3.8.2 Parámetros productivos a nivel de planta de procesos

Las variables evaluadas el día del sacrificio de las aves, fueron:

- **Rendimiento en canal:** Se obtuvo del porcentaje logrado entre el peso de la canal caliente después de evisceración en relación al peso vivo del pollo ( $\text{Peso canal/peso vivo} \times 100$ ).
- **Rendimiento en pechuga:** Correspondió al porcentaje que se obtuvo al dividir el peso de la pechuga y el peso vivo por cien de la canal procesada ( $\text{Peso en pechuga/Peso vivo} \times 100$ ).
- **Rendimiento de alas:** Es el porcentaje obtenido de la división del peso de las alas y el peso vivo de la canal procesada ( $\text{Peso de alas/Peso vivo} \times 100$ ).
- **Rendimiento de muslo:** Correspondió al porcentaje que se obtuvo al dividir el peso del muslo y el peso vivo de la canal procesada ( $\text{Peso de muslo/Peso vivo} \times 100$ ).
- **Rendimiento de filete:** Es el porcentaje que se obtuvo de la división del peso del filete y el peso vivo de la canal procesada ( $\text{Peso de filete/Peso vivo} \times 100$ ).
- **Porcentaje de grasa abdominal:** Se obtuvo de la división de la cantidad de grasa abdominal o en “almohadilla” entre el peso vivo del pollo ( $\text{Peso de grasa abdominal/Peso vivo} \times 100$ ).

### 3.8.3 Parámetros productivos de rentabilidad

La rentabilidad de los tratamientos se evaluó al final del periodo del experimento. Para determinar la rentabilidad, se tomaron en cuenta los costos de alimento, el consumo por fase de desarrollo, el costo del alimento en la prueba, el costo por kilogramo de alimento, el costo por pollo, el costo por kilogramo de pollo en pie producido, rendimiento en canal. Posteriormente se obtuvo la rentabilidad de cada tratamiento evaluado. Los parámetros y fórmulas que se utilizaron para obtener la rentabilidad se presentan en el Cuadro 3:

**Cuadro 3.** Parámetros y fórmulas utilizadas en la obtención de la rentabilidad, evaluando dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

Parámetros	Fórmulas
Costo por fase	$\text{Consumo por fase}/1000 * \text{costo de cada fórmula por fase}$
Costo total/pollo	Suma de costos por fase
Costo/kg alimento	$\text{Costo total por pollo}/\text{consumo} * 1000$
Costo/kg pollo pie	$\text{Costo total por pollo}/(\text{peso final}/1000)$
Diferencia contra el testigo	Resta el costo de cada tratamiento – el costo de tratamiento testigo
Costo/kg pollo en canal	$\text{Costo total por pollo}/(\text{peso en canal}/1000)$

**Fuente:** Corporación PIPASA S.A

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La elección de las fuentes alimenticias en la nutrición de pollos de engorde es importante para el buen desarrollo de las aves y la obtención de un menor costo de producción, logrando con ello mayores ganancias económicas. Como alternativas a los altos costos de las fuentes minerales y de harina de origen vegetal en la preparación de alimentos avícolas, se han utilizado harinas de origen animal, las cuales han mostrado ser eficientes con un adecuado procesamiento y control sanitario de las materias primas que se utilizaron. León y Angulo (1989), mencionan que los alimentos de origen animal, son muy utilizados para mejorar las calidades nutritivas de las raciones de los monogástricos, contribuyendo al aporte de elementos faltantes de las mezclas de cereales y otros productos vegetales, mejorando el valor nutritivo de la ración total. Por estas razones en este trabajo se consideró importante evaluar los siguientes rendimientos productivos:

### 4.1 Rendimientos productivos en granja

Como se observa en el Cuadro 4, los rendimientos técnicos fueron evaluados durante 40 días, siendo estos el peso acumulado (g), consumo de alimento acumulado (g), conversión alimenticia acumulada (gramos de consumo/ gramos de peso) y porcentaje de mortalidad. Estas variables se evaluaron a nivel de campo, permitiendo llevar un control del rendimiento de las diferentes dietas en el desarrollo de las aves.

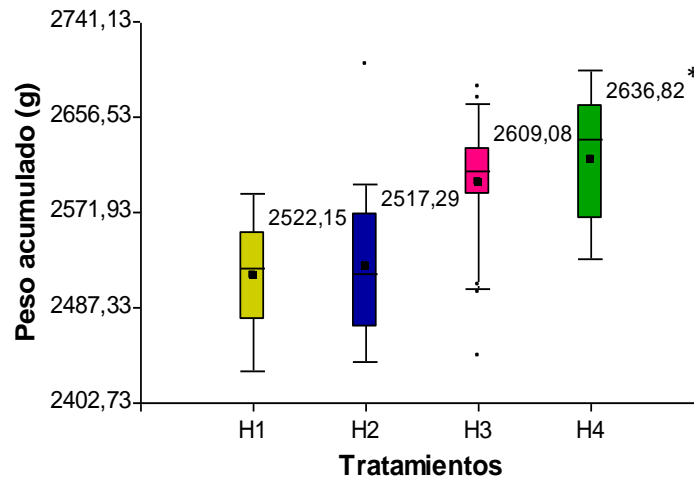
**Cuadro 4.** Rendimientos técnicos, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

Tratamientos	Variables Evaluadas *				
	Edad (días)	Peso acumulado (g)	Consumo de alimento acumulado (g)	Conversión alimenticia acumulada (g/g)	Porcentaje de mortalidad
H1 (HCH + Tortave)	40	a 2515	a 4187	bc 1,66	a 3,13 %
H2 (Tortave)	40	a 2529	a 4236	c 1,68	a 3,54 %
H3 (HCH)	40	b 2593	a 4275	ab 1,65	a 3,12 %
H4 (Sin harinas animales)	40	b 2619	a 4273	a 1,63	a 2,64 %

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).  
Análisis estadístico completo en anexos 6,7,8 y 9.  
Tratamientos completos (Cuadro 1).

#### 4.1.1 Peso acumulado

Según los análisis estadísticos, se presentaron diferencias significativas ( $p=0,0001$ ) en la ganancia de peso de los pollos de engorde. En la Figura 9, se muestra el peso final de cada tratamiento, siendo el H1 tratamiento testigo (etapa de preinicio sin harinas animales, etapa de inicio 2,5% HCH + 2,5% tortave, etapa de crecimiento y finalización 5% HCH + 5% tortave) el que obtuvo el peso más bajo (2515 g), aunque no difirió del H2 (etapa de preinicio sin harinas animales, etapa de inicio 2,5% tortave, etapa de crecimiento y finalización 5% tortave) con un peso de 2529 g. El tratamiento H4 (sin harinas animales) presentó el peso más alto al final del experimento (2619 g), siendo igual estadísticamente al tratamiento H3 (etapa de preinicio sin harinas animales, etapa de inicio 2,5% HCH, etapa de crecimiento y finalización 5% HCH) con 2593 g.



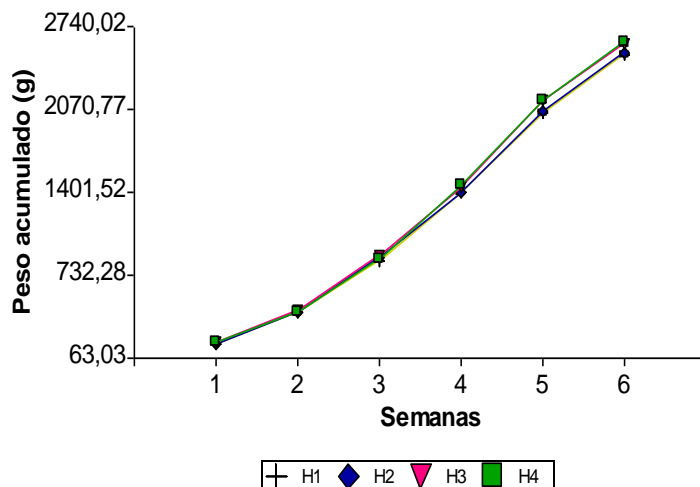
\* Los valores presentados en las cajas del gráfico de cada tratamiento representan la mediana de los datos.

**Figura 9.** Peso acumulado (g) de las aves en cada tratamiento, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

Estos resultados concuerdan con lo que observaron Ballarver *et al.* (2005), quienes evaluaron la sustitución de harinas de origen animal por harinas de origen vegetal. En este caso determinaron diferencias en peso entre las dietas a los 21 días, mientras que con 35 y 41 días las aves que presentaron mejores pesos fueron las que consumieron dietas a base de maíz y soya sin la inclusión de harinas animales. Faria *et al.* (2002), también evaluaron la harina de carne y hueso en la dieta de pollos de engorde, ellos observaron que las dietas sin HCH presentaron los mayores valores de ganancia de peso en las aves.

Zumbado *et al.* (1986) evaluaron harinas de pescado y tortave, determinando que la ganancia de peso en la dieta control (sin harinas animales), fue mayor en comparación con las dietas que sí contenían harinas de origen animal.

En este estudio se evaluó el comportamiento del peso de las aves, durante las 6 semanas del experimento (Figura 10). Los tratamientos H1, H2, H3 y H4, mostraron una tendencia muy similar durante las primeras cuatro semanas, mientras que en la semana cinco y seis, se observaron diferencias en el peso de las aves, siendo el tratamiento H4 el que presentó el mayor peso en la última semana (2619 g).

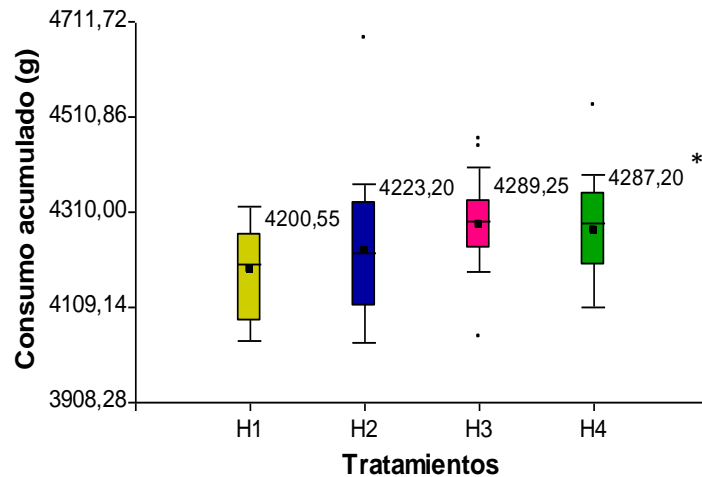


**Figura 10.** Peso acumulado (g) de las aves por semana de cada tratamiento, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

#### 4.1.2 Consumo de alimento

Al analizar el consumo de alimento, no se observaron diferencias significativas ( $p=0,0785$ ) entre los tratamientos. No obstante en la Figura 11 es posible ver como el tratamiento H3 presentó el mayor consumo acumulado (4275 g) y la menor variabilidad, mientras que el consumo más bajo (4187 g) se observó en el tratamiento H1.





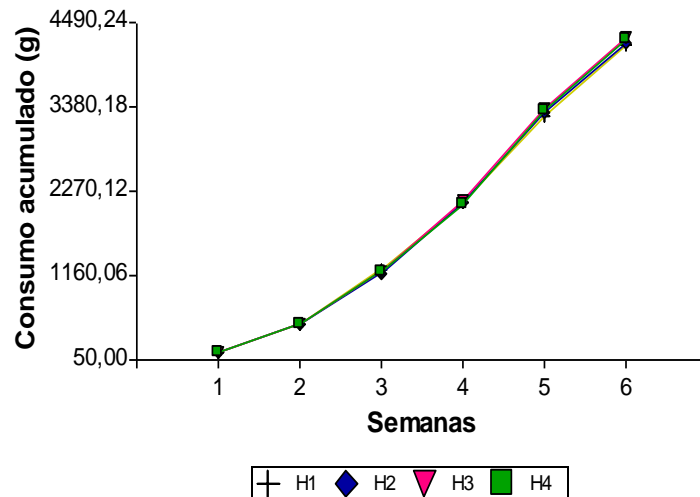
\* Los valores presentados en las cajas del gráfico de cada tratamiento representan la mediana de los datos.

**Figura 11.** Consumo acumulado (g) de las aves en cada tratamiento, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

Faria *et al.* (2002), determinaron que el nivel de inclusión de HCH, influye en el consumo de los 0-21 días y de los 21-49 días, presentando un mejor consumo los pollos de engorde que consumieron dietas con inclusión de un 3% de HCH, que los que se alimentaron con una dieta con un nivel de inclusión del 6%. Es importante tomar en cuenta este factor en las harinas animales de raciones de pollos de engorde, ya que puede contribuir a mejores rendimientos técnicos, que posteriormente se pueden ver reflejados en aspectos económicos en la actividad avícola.

De acuerdo con Faria *et al.* (2002) y Zumbado *et al.* (1996), los niveles de utilización de HCH se encuentran normalmente en un rango de 3 a 10%, pero su nivel de uso se va a determinar según los niveles de inclusión de otros ingredientes de origen animal en la dieta. El nivel de inclusión del 5% de HCH, favoreció el consumo acumulado (g) en este experimento, en particular.

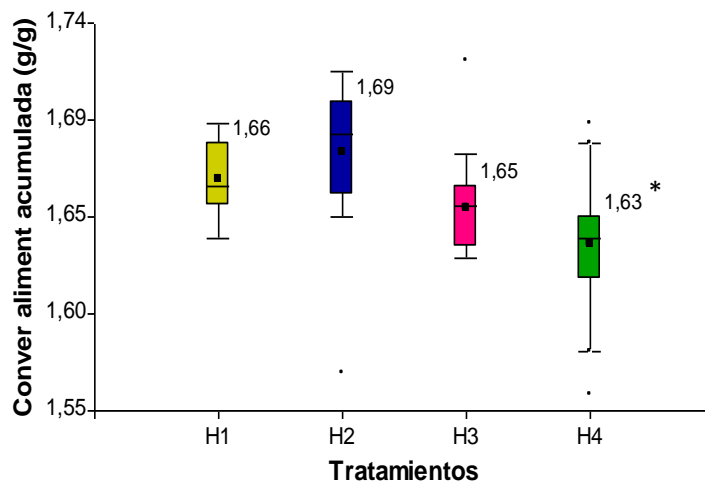
Por otro lado, en la Figura 12 se muestra la distribución del consumo semanal durante el experimento. Se puede observar que no se presentaron variaciones de consumo en los tratamientos evaluados, durante las seis semanas de toma de datos.



**Figura 12.** Consumo (g) de las aves por semana en cada tratamiento, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

#### 4.1.3 Conversión alimenticia

A nivel estadístico, la conversión alimenticia presentó diferencias significativas ( $p=0,0001$ ), entre los tratamientos. En la Figura 13, se observa que cuando se utilizó una dieta sin harinas de origen animal (H4) se logró la mejor conversión alimenticia (1,63 g/g), aunque este presentó una variabilidad alta comparada con los demás, no difiriendo del tratamiento H3 (1,65 g/g). Los valores más malos para este parámetro, se determinaron con los tratamientos, H1 (1,66 g/g) y H2 (1,68 g/g).

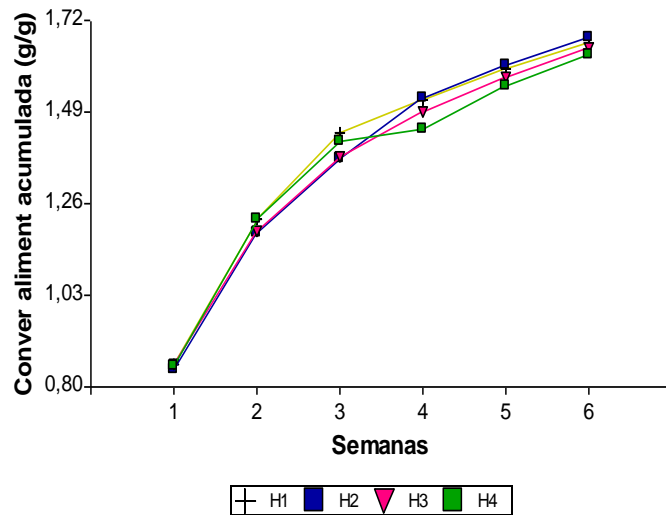


\* Los valores presentados en las cajas del gráfico de cada tratamiento representan la mediana de los datos.

**Figura 13.** Conversión alimenticia acumulada (g/g) de las aves, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

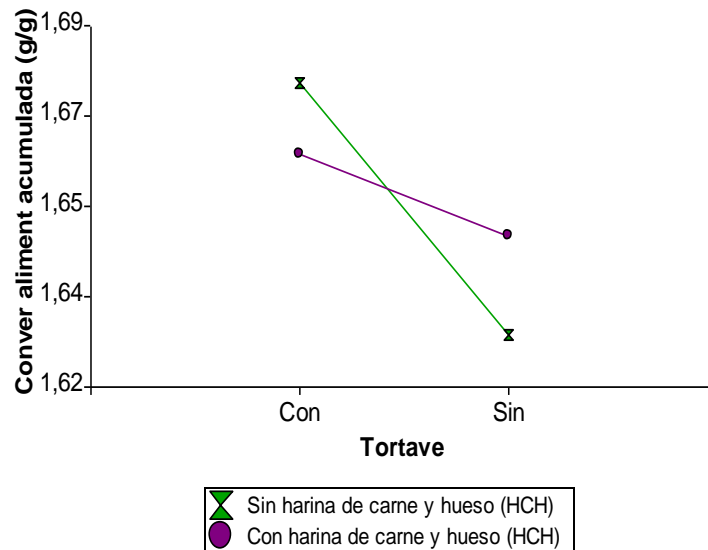
Según estudios realizados por Ballarver *et al.* (2005), la conversión alimenticia fue mejor con las dietas a base de harinas vegetales en relación con las que contenían harinas animales, lo que concuerda con los resultados que se obtuvieron en esta evaluación.

La conversión alimenticia de cada tratamiento se evaluó por semana, como se observa en la Figura 14. En la primer semana se mantuvo con valores muy parecidos entre los tratamientos H1 (0,85 g/g), H2 (0,84 g/g), H3 (0,85 g/g) y H4 (0,85 g/g), mientras que de la semana dos a la seis, se presentaron algunas diferencias según las dietas que se suministraron.



**Figura 14.** Conversión alimenticia (g/g) de las aves por semana, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

Estadísticamente se determinó una interacción entre HCH y tortave en la conversión alimenticia. En la Figura 15, se aprecia que con la utilización de tortave sin harina de carne y hueso se obtuvo la peor conversión alimenticia, mientras que sin tortave y sin harina de carne y hueso se logró la mejor conversión alimenticia. Se observa además que si se utiliza tortave con o sin harina de carne y hueso se obtienen mejores conversiones alimenticias en comparación con la utilización de tortave con o sin harina de carne y hueso.

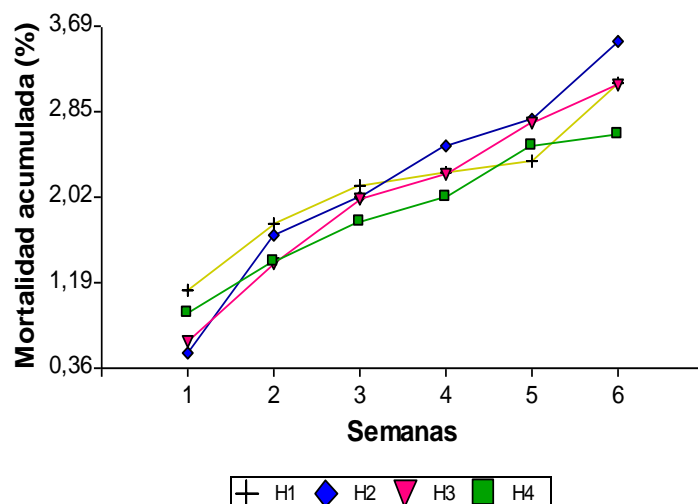


**Figura 15.** Interacción entre HCH y tortave en la conversión alimenticia, evaluada en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

#### 4.1.4 Porcentaje de mortalidad acumulada

Para el porcentaje de mortalidad acumulada, no se determinaron diferencias significativas ( $p=0,4509$ ) entre los tratamientos, sin embargo el coeficiente de variación fue muy alto, lo que indica que hubo mucha variabilidad en los datos. La causa de mortalidad fue principalmente descarte de aves con problemas metabólicos asociados a la tasa de crecimiento. Como se observa en la Figura 16, cuando se utilizó el tratamiento H2, este presentó el mayor porcentaje de mortalidad (3,54%), mientras que el tratamiento sin harinas animales (H4), fue el más bajo (2,64%).

De acuerdo con Bozkurt *et al.* (2004), la adición de HCH en las dietas de pollos de engorde no tiene efecto significativo sobre el porcentaje de mortalidad de las aves, de acuerdo con los resultados que se obtuvieron en esta evaluación.



**Figura 16.** Porcentaje de mortalidad acumulada de aves por semana, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

#### 4.2 Parámetros productivos en planta de procesos

Como se observa en el Cuadro 5, para este estudio se evaluaron parámetros productivos de la canal, como el peso en canal (g) y rendimiento en canal (%).

**Cuadro 5.** Parámetros productivos de la canal, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

Tratamientos	Parámetros productivos de la canal *		
	Peso vivo promedio (g)	Peso en canal (g)	Rendimiento en canal (%)
<b>H1</b> (HCH + Tortave)	2378	<b>a</b> 1709	<b>a</b> 71,80%
<b>H2</b> (Tortave)	2412	<b>ab</b> 1741	<b>a</b> 72,18%
<b>H3</b> (HCH)	2464	<b>ab</b> 1765	<b>a</b> 71,90%
<b>H4</b> (Sin harinas animales)	2506	<b>b</b> 1819	<b>a</b> 72,83%

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ). Análisis estadístico completo en anexos 10,11.

También se evaluaron parámetros productivos de la canal y sus partes, que corresponden al rendimiento de pechuga, rendimiento de alas, rendimiento de muslo, rendimiento de filet y porcentaje de grasa abdominal. A través de la evaluación de estos parámetros se puede estimar el precio y calidad de la venta del producto (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Parámetros productivos de partes de la canal, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

Tratamientos	Parámetros productivos de partes de la canal				
	Rendimiento de pechuga (%)	Rendimiento de alas (%)	Rendimiento de muslo (%)	Rendimiento de filet (%)	Porcentaje de grasa abdominal (%)
H1 (HCH + Tortave)	a 31,85	a 8,11	a 31,84	a 21,47	b 0,54
H2 (Tortave)	ab 32,58	a 8,07	a 31,53	b 22,09	b 0,70
H3 (HCH)	ac 32,57	a 7,91	a 31,42	b 22,05	a 0,31
H4 (Sin harinas animales)	c 33,38	a 8,06	a 31,38	b 22,70	a 0,32

\* Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).  
Análisis estadístico completo en anexos 12,13,14,15,16.

Para el análisis estadístico de las variables estudiadas en este experimento, se consideró el sexo de las aves como covariable. De los parámetros que se evaluaron, el rendimiento de pechuga (%), rendimiento de muslo (%), rendimiento de filet (%) y porcentaje de grasa abdominal, presentaron diferencias significativas en referencia al sexo de las aves.

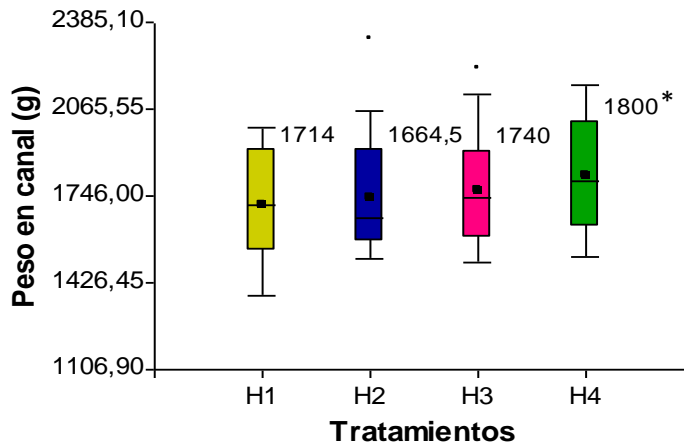
Como se observa en el Anexo 17, los resultados que se determinaron para el rendimiento en pechuga, mostraron que el tratamiento testigo H1 no es la mejor opción por sus bajos rendimientos tanto para hembras (32,19%) como en machos (31,52%). Por el contrario con el H4 los rendimientos para hembras y machos (33,85 y 32,97% respectivamente) fueron los mejores. Con respecto al rendimiento en muslo el tratamiento H4 (sin harinas animales), mostró los mejores rendimientos para hembras (31,53%), mientras que para machos se logró el

rendimiento más bajo (31,26%) con respecto a los tratamientos evaluados. Cuando se utilizó el tratamiento H3, se obtuvo el rendimiento más bajo para hembras (30,61%), siendo el tratamiento testigo (H1), el que mostró los rendimientos de muslo más altos (32,54%) en machos. Con respecto al rendimiento en filete el mejor rendimiento tanto para hembras (23,44%), como para machos (22,04%), se obtuvo cuando no se utilizaron harinas de origen animal (H4). El tratamiento que presentó los menores rendimientos para hembras (22,03%) y para machos (20,93%), fue el H1. El mayor porcentaje de grasa abdominal se obtuvo con el tratamiento H2, en cuyo caso fue de 0,65% para machos y 0,75% para hembras. Los menores porcentajes se alcanzaron cuando se utilizaron H3 en hembras (0,26%) y sin harinas animales (H4) en machos (0,20%).

#### **4.2.1. Peso en canal**

Este parámetro presentó diferencias significativas entre tratamientos ( $p=0,0119$ ). Como se observa en la Figura 17, el tratamiento H1 fue el que mostró el menor peso en canal (1709 g) no difiriendo del H2 (1741 g) y H3 (1765 g). El tratamiento H4 fue el tratamiento con el que se logró el mayor peso (1819 g), no teniendo diferencias significativas con los tratamientos H2 y H3.



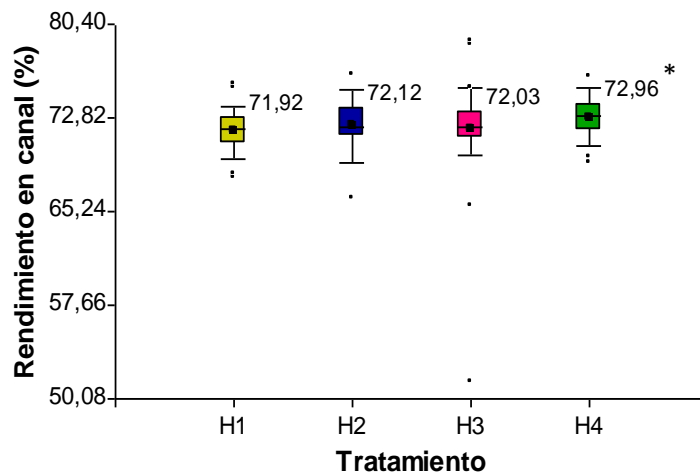


\* Los valores presentados en las cajas del gráfico de cada tratamiento representan la mediana de los datos.

**Figura 17.** Peso en canal (g) de las aves de cada tratamiento, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

#### 4.2.2 Rendimiento en canal

En esta variable no se determinaron diferencias significativas ( $p=0,0976$ ), entre los tratamientos que se evaluaron. Según se aprecia en la Figura 18, el tratamiento H4 (sin harinas animales) presentó el mayor porcentaje de rendimiento en canal (72,82%), siendo el H1, el de menor porcentaje (71,80%).



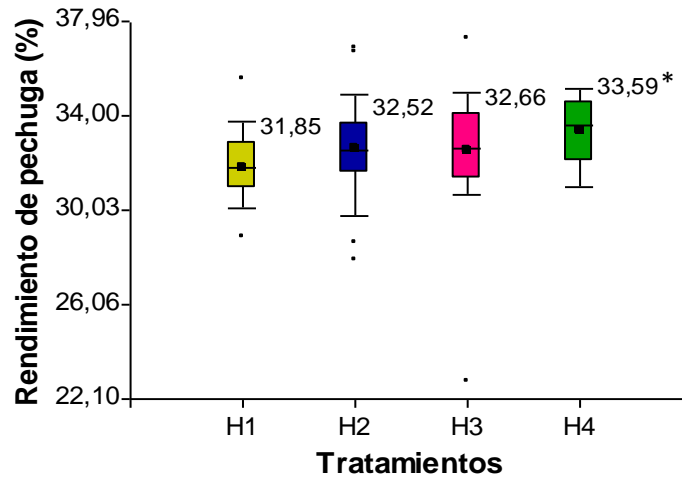
\* Los valores presentados en las cajas del gráfico de cada tratamiento representan la mediana de los datos.

**Figura 18.** Rendimiento en canal de las aves, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

Bozkurt *et al.* (2004), determinaron que dietas que contenían HCH, tuvieron mejor rendimiento en canal, que aquellas que no tenían harina de carne y hueso, resultados diferentes a los que se lograron en este experimento.

#### 4.2.3 Rendimiento de pechuga

Con respecto al rendimiento de pechuga, se presentaron diferencias significativas ( $p=0,0013$ ), entre los tratamientos evaluados. Como se observa en la Figura 19, el tratamiento con el que se determinó el mayor rendimiento de pechuga fue el H4 (sin harinas animales) con 33,38%, no siendo diferente estadísticamente del tratamiento H3 (32,57%), mientras que el tratamiento H1, mostró el rendimiento de pechuga más bajo (31,85%) no difiriendo del H2 (32,58%) y H3 (32,57%).

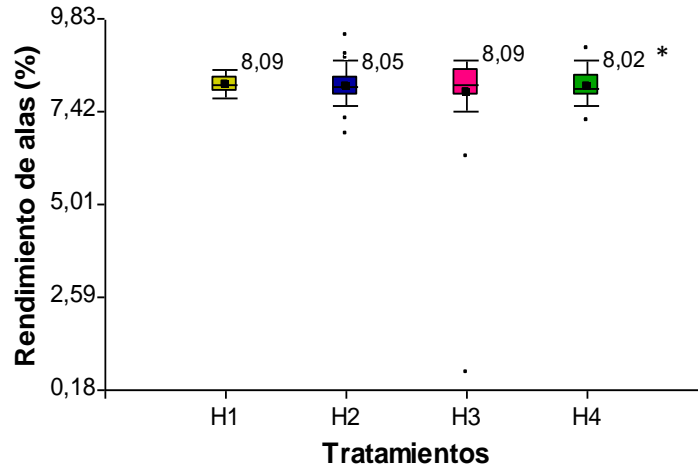


\* Los valores presentados en las barras del gráfico de cada tratamiento representan la mediana de los datos.

**Figura 19.** Rendimiento de pechuga (%), en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

#### 4.2.4 Rendimiento de alas

Para este parámetro no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p=0,8433$ ). Como se observa en la Figura 20, el margen de diferencia entre los datos fue reducido. El tratamiento H1, presentó el valor más alto (8,11%). El tratamiento H3, mostró el rendimiento de alas más bajo (7,91%).

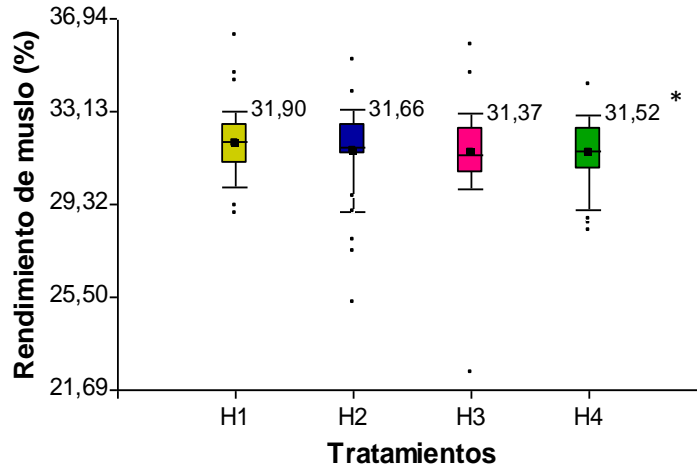


\* Los valores presentados en las barras del gráfico de cada tratamiento representan la mediana de los datos.

**Figura 20.** Rendimiento de alas (%), en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en la producción de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

#### 4.2.5 Rendimiento de muslo

Estadísticamente no se determinaron diferencias significativas ( $p=0,6121$ ) entre los tratamientos que se evaluaron. El tratamiento H1, presentó los mejores rendimientos de muslo (31,84%), siendo el H4 el rendimiento más bajo (31,38%). La diferencia entre los rendimientos de cada tratamiento no fue significativa como se observa en la Figura 21.

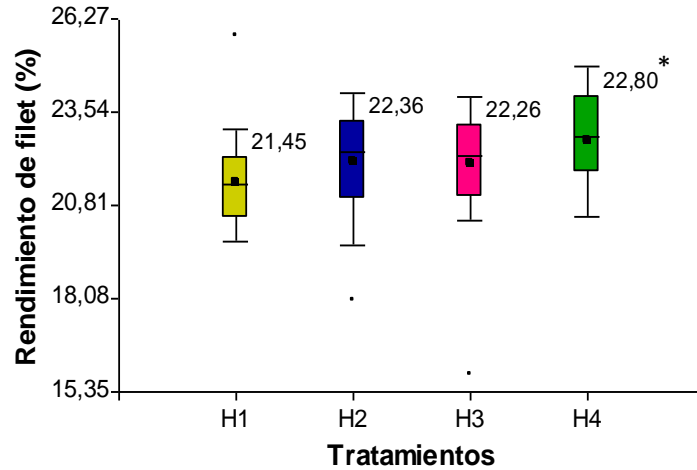


\* Los valores presentados en las barras del gráfico de cada tratamiento representan la mediana de los datos.

**Figura 21.** Rendimiento de muslo (%), en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en la producción de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

#### 4.2.6 Rendimiento de filete

Con respecto al rendimiento de filete, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p=0,0049$ ). En la Figura 22 se aprecia que el mejor rendimiento de filete (22,70%), se obtuvo cuando no se utilizó harinas de origen animal (H4), no difiriendo del H2 (22,09%) y H3 (22,05%). El tratamiento que presentó el menor rendimiento (21,47%) fue el testigo (H1).

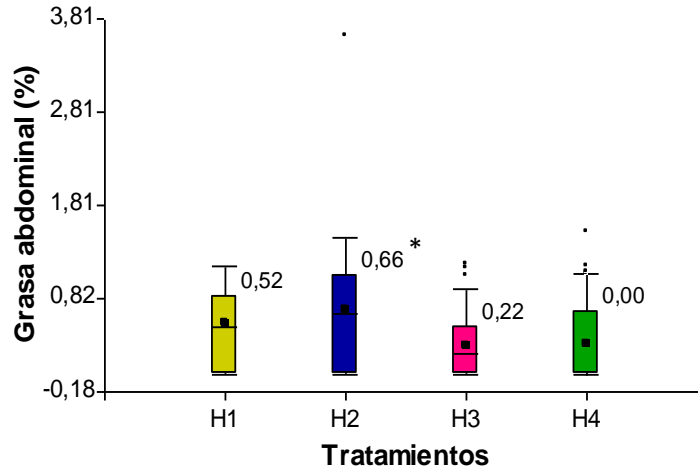


\* Los valores presentados en las barras de cada tratamiento representan la mediana de los datos.

**Figura 22.** Rendimiento de filet (%), en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en la producción de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

#### 4.2.7 Porcentaje de grasa abdominal

Se determinaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p=0,0042$ ) para el porcentaje de grasa abdominal. En la Figura 23 se aprecia que el porcentaje de grasa abdominal fue superior cuando se utilizó el tratamiento H2, en cuyo caso fue de 0,70%, no difiriendo del tratamiento H1 (0,54%). El menor porcentaje de grasa abdominal se alcanzó cuando se utilizó el tratamiento H3 (0,31%), siendo igual estadísticamente al H4 (0,32%).



\* Los valores presentados en las barras del gráfico de cada tratamiento representan la mediana de los datos.

**Figura 23.** Porcentaje de grasa abdominal, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en la producción de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

Faria *et al.* (2002), determinaron para la grasa abdominal diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), la cual se redujo cuando las aves consumieron la dieta sin harinas animales, en comparación con la dieta que contenía harina de carne y hueso. Resultados que no concuerdan con los que se determinaron en esta evaluación.

### 4.3 Costos de producción

Este estudio se completó con un análisis de costos de producción (Cuadro 7) según las diferentes dietas evaluadas, siendo estos el costo total/pollo (₡), costo/kg de alimento (₡), costo/kg de pollo en pie (₡), diferencia (₡) del costo/kg de pollo en pie vrs testigo (H1), costo/kg pollo en canal (₡) y diferencia (₡) del costo/kg en canal vrs testigo (H1). Estos costos permitieron determinar la dieta más económica, que redundaba en el mayor beneficio para los productores de pollos de engorde.

**Cuadro 7.** Costos de producción, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

Tratamientos	Parámetros Productivos					
	Costo total/pollo (₡)	Costo/kg alimento (₡)	Costo /kg pollo en pie (₡)	Diferencia (₡) del costo/kg pollo en pie vrs testigo (H1)	Costo/Kg pollo en canal (₡)	Diferencia (₡) del costo/kg pollo en canal vrs testigo (H1)
H1 (HCH + Tortave)	839,78	200,56	333,90	-	491,38	-
H2 (Tortave)	878,26	207,33	347,27	13,37	504,45	13,07
H3 (HCH)	894,34	209,20	344,90	11,00	506,70	15,32
H4 (Sin harinas animales)	928,52	217,31	354,53	20,63	510,45	19,07

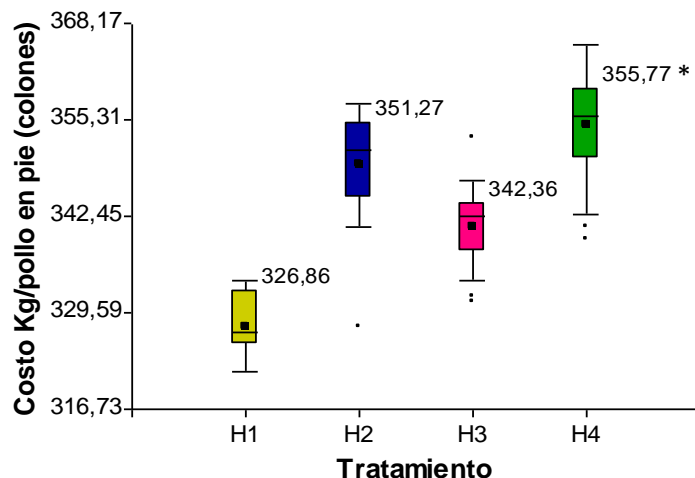
Como se observa en el Cuadro 7, el costo total/pollo (₡) y costo/kg de alimento (₡), fue mayor para el tratamiento sin harinas animales (H4), seguido del tratamiento H3, H2 y H1 con el cual se lograron los costos de producción más bajos.

Según Faria *et al.* (2002), la harina de carne y hueso es una materia prima que se utiliza en la alimentación de pollos de engorde, para reducir los costos de formulación en las dietas de las aves, lo que concuerda con los resultados que se obtuvieron. Los tratamientos con HCH presentaron un costo menor con respecto al tratamiento sin harinas animales (H4).

#### 4.3.1 Costo de kilogramo de pollo en pie

Con respecto al costo de kilogramo de pollo en pie, como se observa en la Figura 24, de los tratamiento evaluados el H1 fue el de menor costo (₡ 333,90), seguido de H3 (₡ 344,90), H2 (₡ 347,27) y H4 (₡ 354,53).





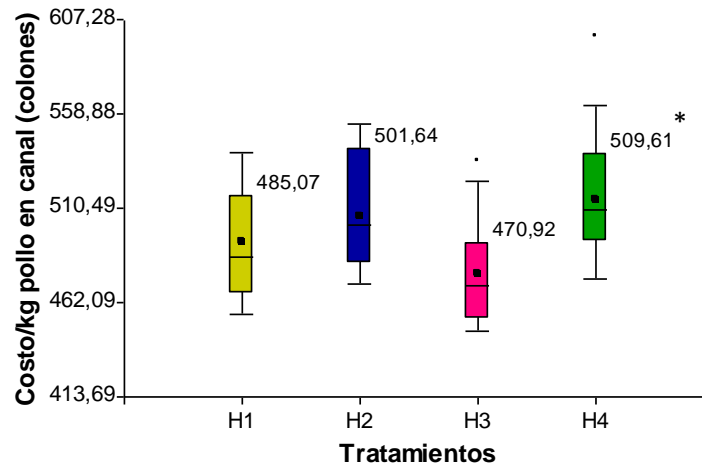
\* Los valores presentados en las cajas del gráfico de cada tratamiento representan la mediana de los datos.

**Figura 24.** Costo de kilogramo de pollo en pie (₡), en cada tratamiento, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

La diferencia de costo de kilogramo de pollo en pie vrs el tratamiento testigo, mostró que existe un mayor ahorro en la utilización de dietas a base de harinas de origen animal, siendo el tratamiento H4 (sin harinas animales), el que presentó la mayor diferencia económica (₡20,63) vrs el tratamiento testigo, seguido del tratamiento H2 con una diferencia de ₡13,37 y el H2 con la menor diferencia económica (₡11,00).

### 4.3.2 Costo de kilogramo de pollo en canal

Como se observa en la Figura 25, el tratamiento H4 presentó el mayor costo de kilogramos de pollo en canal (¢510,45), siendo el H1 (tratamiento testigo), el de menor costo (¢491,38).



\* Los valores presentados en las cajas del gráfico de cada tratamiento representan la mediana de los datos.

**Figura 25.** Costo de kilogramo de pollo en canal (¢) en cada tratamiento, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

La diferencia de costo de kilogramo de pollo en canal ¢ vrs el tratamiento testigo, al igual que el costo de kilogramo de pollo en pie ¢, mostró que el tratamiento H4 (sin harinas animales), presentó la mayor diferencia económica (¢19,07) vrs el tratamiento testigo, seguido del tratamiento H3 con una diferencia de ¢15,32 y el H2 con la menor diferencia económica (¢13,07).

En estos dos costos de producción evaluados (costo de kilogramo de pollo en pie y canal), existió una diferencia en el costo de los tratamientos H2 y H3, donde el costo de kilogramo de pollo en pie fue mayor (¢ 347,27) en el tratamiento H2 con respecto al H3 (¢ 344,903), siendo lo contrario en el costo de kilogramo de

pollo en canal, donde el H3 presentó un mayor costo (₡ 506,70) siendo el H2 el de menor costo de kilogramo de pollo en canal (₡ 504,45).

Alvarez (1998), comparó el efecto de sustituir el aceite de soya refinado por aceite ácido de palma o por harinas de origen animal (tortave o harina de carne y hueso). Comprobó que en términos económicos, el tortave fue el que presentó mejores resultados, por su alto nivel energético y de proteína cruda. Estos resultados concuerdan con lo que se determinó en esta investigación. El tratamiento de subproductos avícolas (H2), fue el de menor costo en comparación con el tratamiento H3.

Para estas valoraciones debe tomarse en cuenta el aporte nutricional de cada materia prima; esto permite evaluar que tan necesaria es en la dieta, y que nutrientes se aportan de manera adicional que puedan reducir los costos de producción. El tratamiento testigo fue el que presentó menores costos, debido a que según Rojas *et al.* (2005), el maíz tiene niveles bajos de proteína y deficiencias en triptófano, lisina, calcio y fósforo aprovechable. Dale (1997), menciona que la utilización de maíz implica utilizar enzimas fitasas y adicionar calcio y fósforo que tienen un costo elevado, lo que hace atractivo, la utilización de harinas de origen animal.

En el caso de la harina de carne y hueso, esta es considerada como unas de las primeras opciones como fuente de fósforo, además de aportar calcio, aminoácidos y energía importantes para el desarrollo del ave.

La tortave según Herrera (2008), es una fuente de energía y proteína, con buenos niveles de calcio, fósforo y magnesio. Son estas razones las que se suman a los menores costos de producción del tratamiento H1, ya que es probable que la mezcla de las harinas animales junto con las harinas vegetales, logren un balance en el aporte de aminoácidos y en el desarrollo final de los pollos de engorde.

## 5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó este estudio se concluye que:

1. Según los parámetros productivos a nivel de granja con los tratamientos de H3 (HCH) y sin harinas animales (H4), se lograron los mejores pesos (g) y conversión alimenticia, siendo en general la dieta sin harinas animales la que mostró los mejores rendimientos técnicos de las dietas evaluadas.
2. Incorporar harinas de origen animal a las dietas no fue un factor significativo en el porcentaje de mortalidad acumulado y consumo acumulado (g).
3. Existió interacción entre la harina de subproductos avícolas o tortave y harina de carne y hueso (HCH) en la conversión alimenticia, donde se indica que las mejores conversiones alimenticias se lograron con el HCH sin tortave (H3) y el tratamiento formulado sin harinas animales (H4).
4. El tratamiento H4 presentó los mejores rendimientos en pechuga y filete (33,38 y 22,70% respectivamente).
5. El mejor rendimiento de alas (8,11%), se alcanzó con el tratamiento H1 (HCH + tortave).
6. Cuando las aves se alimentaron con el tratamiento H1, se logró el mejor rendimiento en muslo. Por el contrario, cuando se utilizó una dieta con HCH (H3), se presentaron los rendimientos más bajos.
7. El mayor porcentaje de grasa abdominal se obtuvo con el tratamiento H2 (tortave), siendo el H3 el de menor porcentaje.

8. Para el rendimiento en canal se determinaron diferencias significativas entre los tratamientos H2, H3 y H4, con relación al tratamiento testigo H1. Los pollos que se alimentaron con una dieta de H4 presentaron una mayor diferencia económica en el costo de kilo de pollo en canal (₡ 19.07) con respecto al testigo (H1), que fue el más económico.
9. El tratamiento sin harinas animales (H4) obtuvo el mejor rendimiento, sin embargo el costo de formulación fue superior con respecto a los tratamientos que incluyeron al menos una harina de origen animal, siendo superior el costo por kilo de pollo en pie en ₡ 20,63, en comparación con el testigo. Los tratamientos de tortave (H2) y HCH (H3), también presentaron mayores costos de producción con respecto al testigo (H1).
10. Los resultados obtenidos en este experimento si coincidieron con la hipótesis técnica, al presentar el tratamiento H1 niveles de rendimiento de peso, consumo, conversión alimenticia, mortalidad y rendimiento en canal, no superiores al tratamiento sin harinas animales (H4), pero con niveles adecuados para la producción avícola, además de presentar el menor costo de kilo de pollo en pie.

## 6. RECOMENDACIONES

De acuerdo a lo evaluado en este experimento se recomienda:

1. Medir el nivel de cenizas en tibia de las aves sacrificadas, para obtener una mayor información del aporte mineral de cada una de las dietas.
2. Repetir la prueba a nivel de granja comercial, donde existe una mayor interacción de variables, desafíos ambientales y sanitarios en la producción de pollos de engorde.
3. Se recomienda combinar harinas de origen animal con harinas vegetales (H1, H2 y H3), lo cual permite obtener buenos rendimientos no superiores a los obtenidos solo con harinas vegetales (H4), pero adecuados para tener una buena producción.
4. En costos de producción las harinas de origen vegetal junto con las harinas animales son más rentables que solo las harinas de origen vegetal, lo que se recomienda suministrar dietas a base de harinas de origen animal y vegetal, para reducir costos en la actividad avícola y lograr un ahorro en el costo de kilo de pollo producido.

## 7. LITERATURA CITADA

- Alvarez, PP.1998. Sustitución de Harinas de Carne y Hueso o de Subproductos Avícolas (tortave) por aceite ácido de palma africana en alimentación de pollos de engorde. Lic. Ing. Arg. con énfasis en zootecnia. Costa Rica. UCR. 49 p.
- Armas, A y Chicco, CF. 1970. Comparación del maíz, trigo, arroz y sorgo en raciones para pollos de engorde (en línea). *Agronomía Tropical* 20 (6): 457-462. Consultado 12 feb. 2010. Disponible en [http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas\\_ci/Agronomia%20Tropical/at2006/arti/armas\\_a.htm](http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at2006/arti/armas_a.htm)
- Bellaver, C; Fagonde, CA; Silveira, V; Fraha, M; Mello, GJ; Hackenhar, L; Baldi, P. 2005. Substituição de farinhas de origem animal por ingredientes de origem vegetal em dietas para frangos de corte (en línea). *Ciência Rural* 35 (3): 671-677. Consultado 28 feb. 2010. Disponible en [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010384782005000300030&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010384782005000300030&lang=pt)
- Bolaños, OR. 1985. Efecto de la suplementación con DL-Metionina a dietas para pollos parrilleros que contienen harina de subproductos avícolas (tortave). Lic. Ing. Arg. con énfasis en zootecnia. Costa Rica. UCR. 60 p.
- Bozkurt, M; Basmacioglu ; Ergül, M. 2004. Effect of Dietary Concentration Meat and Bone Meal on Broiler Chickens Performance (en línea). *Poultry Science* 3(11): 719-723. Consultado 12 feb. 2010. Disponible en <http://www.pjbs.org/ijps/fin79.pdf>

Cambronero, BJ; Chan, OF. 1982. Composición química de materias primas y subproductos agroindustriales de uso común en la alimentación animal en Costa Rica. Ing. Agr. Costa Rica. UCR. 152 p.

Campabadal, C; Vaquero, M; Ledezma, R. 1985. Utilización de la soya integral en la alimentación de pollos de engorde (en línea). Agronomía Costarricense 9(1):29-35. Consultado 5 ene. 2010. Disponible en [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v09n01\\_029.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v09n01_029.pdf)

Cáceres, JC; Cedeño, JL. 2003. Elaboración y evaluación de una ración alimentaria para pollos de engorde en un sistema bajo pastoreo con insumos del trópico húmedo. Lic. Ing. Arg. Costa Rica. EARTH. 50 p. (en línea). Consultado 16 ago. 2010. Disponible en [http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base\\_datos/racion\\_alimentaria\\_pollos.pdf](http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base_datos/racion_alimentaria_pollos.pdf)

Chaves, D. s.f. Valoración Energética del Maíz en Dietas de Aves (en línea). Ecuador, Pronaca. Consultado 6 ago. 2009. Disponible en <http://www.amevea-ecuador.org/datos/Valoracion%20Energetica%20Maiz%20en%20Dietas%20de%20Aves.pdf>

Dale, N. 1997. Metabolizable Energy of Meat and Bone Meal (en línea). Applied Poultry Science 6:169-173. Consultado 23 ene. 2010. Disponible en <http://japr.fass.org/cgi/reprint/6/2/169.pdf>

Elizondo, E. 2009. Instalaciones y equipo (Fotografía). San Rafael, Alajuela, CR. 9, color. Sin publicar.



- Falla, LH. 2005. Desechos de Matadero como Alimento Animal en Colombia. Frigorífico Guadalupe S.A. Santa fé de Bogotá, Colombia. Consultado abr. 2010. Disponible en [http://www.engormix.com/desechos\\_matadero\\_como\\_alimentos\\_articulos\\_531\\_BAL.htm](http://www.engormix.com/desechos_matadero_como_alimentos_articulos_531_BAL.htm)
- \_\_\_\_\_. 2006. Reciclaje de Residuos y Desechos de las Industrias Cárnicas y Lácteas (en línea). Ibarra, EC, PROCANOR (Proyecto de Cárnicos del Norte). Consultado 5 ene. 2010. Disponible en [http://www.procanor.com/Manuales%20PDF/Manual\\_Reciclaje\\_Residuos.pdf](http://www.procanor.com/Manuales%20PDF/Manual_Reciclaje_Residuos.pdf)
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT).2009. Medidas para proteger la sanidad animal (en línea). Consultado 25 jun. 2009. Disponible en <http://www.rlc.fao.org/es/prioridades/transfron/eeb/enfermedad/saludani.htm>
- Faria Filho, DE; Faria, DE; Junqueira, OM; Rizzo, MF; Araújo, CSS. 2002. Avaliação da Farinha de Carne e Ossos na Alimentação de Frangos de Corte (en línea). Revista Brasileira de Ciência Avícola. 4(1): 1-9. Consultado 20 jun. 2009. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/rbca/v4n1/11425.pdf>
- Herold, D; Klopfenstein, TJ; Klemesrud, M. 1996. Evaluation of Animal Byproducts for Escape Protein Supplementation (en línea). Nebraska Beef Cattle Reports. Consultado 23 ene. 2010. Disponible en <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1465&context=animalscinbcr>
- Herrera, MM. 2008. Aprovechamiento de los subproductos o residuos en la industria avícola para la producción de harinas de origen animal (en línea). Revista VIRTUALPRO no 82:16. Consultado 26 jun. 2009. Disponible en [http://www.revistavirtualpro.com/files/TI05\\_200811.pdf](http://www.revistavirtualpro.com/files/TI05_200811.pdf)

- Karakas, P; Versteegh, HAJ; Honing, van der Y; Kogut, J; Jongbloed, AW. 2001. Nutritive Value of the Meat and Bone Meals from Cattle or Pigs in Broiler Diets (en línea). Poultry Science 80:1180-1189. Consultado 20 ene. 2010. Disponible en <http://ps.fass.org/cgi/reprint/80/8/1180?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&volume=80&firstpage=1180&resourcetype=HWCIT>
- León, A; Angulo, I. 1989. Materias Primas Alternativas Para la Producción de Alimentos Concentrados para Animales en Venezuela II. Fuentes Proteicas. Maracay. FONAIAP nº 32. Consultado 14 jul. 2009. Disponible en <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd32/texto/materias.htm>
- Lessire, M; Leclercq, B.1983. Metabolisable energy content of meat meal for the chicken. Arch Geflugelk 47:1-3 en: Harina de carne: Un método sencillo para valorar su contenido energético. Avicultura profesional.
- Meat and Bone Meal (en línea). 2000. Australia, Food Science. (Meat Technology - Information Sheet). Consultado 23 ene. 2010. Disponible en <http://www.meatupdate.csiro.au/infosheets/Meat%20and%20Bone%20Meal%20-%201997.pdf>
- Miles, RD; Jacob, JP. 2009. Using Meat and Bone Meal in Poultry Diets (en línea). University of Florida, IFAS. Consultado 28 ene. 2010. Disponible en <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/PS/PS02400.pdf>
- Mora, JA.1984. Composición química y valor nutritivo de la harina de subproductos avícolas (Tortave) en la alimentación de pollos parrilleros durante el periodo de iniciación. Lic. Ing. Arg. con énfasis en zootecnia. Costa Rica. UCR. 48 p.

- Otárola, J.2008. Formulación de Dietas de Pollos de Engorde con y sin Harinas de Origen Animal con Aminoácidos Totales y Digestibles medidos por NIRS. Lic. Ing. Arg. con énfasis en zootecnia. Costa Rica. UCR. 90 p.
- Parsons, CM; Castanon, F; Han, Y.1997.Protein and amino acid quality of meat and bone meal (en línea). Poultry Science 76(2):361-368. Consultado 9 ene. 2010. Disponible en <http://ps.fass.org/cgi/reprint/76/2/361?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=&fulltext=floor+of+meat+and+bone&searchid=1&FIRSTINDEX=0&volume=76&issue=2&resourcetype=HWCIT>
- Penz Junior, AM; Gianfellici, M. 2008. Actuales desafíos de la nutrición en pollos de engorde (en línea). Avicultura Profesional 26(1):3. Consultado 23 jun 2009. Disponible en [http://www.agriworld.nl/public/file/pdf/20081126-10-12\\_avp26\\_01.pdf](http://www.agriworld.nl/public/file/pdf/20081126-10-12_avp26_01.pdf)
- Peña, HM. Diciembre, 2007. Determinación del costo de producción y comercialización de harina de carne y hueso a partir de productos secundarios bovinos y su factibilidad financiera en Honduras (en línea). Ing. Adm. Agro. Honduras. Universidad del Zamorano. 51 p. Consultado 21 ene. 2010. Disponible en [http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis\\_infolib/2007/T2468.pdf](http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/2007/T2468.pdf)
- Ravindran, V; Hendriks, WH; Thomas, DV; Morel, PCH; Butts, CA. 2005. Comparison of the Ileal Digestibility of Amino Acids in Meat and Bone Meal of Broiler Chickens and Growing Rats (en línea). Poultry Science 4(4):192.196. Consultado 21 ene. 2010. Disponible en <http://docsdrive.com/pdfs/ansinet/ijps/2005/192-196.pdf>
- Retana, RJ.1984. Evaluación Comparativa del efecto de la tortave y la harina de pescado en el rendimiento de pollos de engorde. Lic. Ing. Arg. con énfasis en zootecnia. Costa Rica. UCR. 50 p.

- Rojas, J; Perdomo, M; Nouel, G; Escobar, O. 2005. Los alimentos (en línea) Cabudare, VE, UCLA. Consultado 20 jun. 2009. Disponible en:  
<http://www.ucla.edu.ve/dagronom/departamentos/Panimal/PDF/guia%20alimento.pdf>
- Rostagno, HS; Pupa, JMR; Pack, M. 1995. Diet formulation for broilers based on total versus digestible amino acids (en línea). Applied Poultry Science 4:293-299. Consultado 2 mar. 2010. Disponible en  
<http://japr.fass.org/cgi/reprint/4/3/293.pdf>
- Sartorelli SA; Bertechini AG; Fassani EJ; Kato RK; Fialho ET. 2003. Nutritional and Microbiological Evaluation of Meat and Bone Meal Produced in the State of Minas Gerais (en línea). Brazilian Journal of Poultry Science 5(1):51-60. Consultado 2 feb. 2010. Disponible en  
<http://www.scielo.br/pdf/rbca/v5n1/16654.pdf>
- SENASA. 2006. Procedimientos de inactivación de los agentes de las encefalopatías espongiformes transmisibles (en línea). San José, CR. Consultado el 2 ene. 2010. Disponible en  
<http://www.senasa.go.cr/decretosejecutivosvigentes.html>
- Shirley ,RB; Parsons, CM. 2001. Effect of Ash Content on Protein Quality of Meat and Bone Meal. Department of Animal Sciences. University of Illinois. Poultry Science 80(5):626-632. Consultado 9 ene. 2010. Disponible en  
<http://ps.fass.org/cgi/reprint/80/5/626?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=&fulltext=flour+of+meat+and+bone&searchid=1&FIRSTINDEX=0&volume=80&issue=5&resourcetype=HWCIT>

Soto, CE. 1998. Validación de programas de predicción para estimar el contenido de aminoácidos en harina de subproductos avícolas, harina de carne y hueso y harina de pescado (en línea). Lic. Ing. Arg. con énfasis en zootecnia. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 44 p. Consultado 5 ene. 2010. Disponible en [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10\\_0740.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_0740.pdf)

Vargas, E.1977. Evaluación química y biológica de concentrados proteicos de origen animal usados en Costa Rica. Lic. Ing. Arg. con énfasis en zootecnia. Costa Rica. UCR.128 p.

\_\_\_\_\_; Campabadal, C. 1982. Evaluación química y biología de sub-productos de la industrialización de carnes y pescado en Costa Rica (en línea). Agronomía Costarricense 6 (1/2):1-9. Consultado 20 jul. 2009. Disponible en [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v06n1-2\\_001.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v06n1-2_001.pdf)

Wang, X; Parsons, CM. 1998. Effect of raw material source, processing systems, and processing temperatures on amino acid digestibility of meat and bone meals (en línea). Poultry Science 77:834-841. Consultado 9 ene. 2010, Disponible en <http://ps.fass.org/cgi/reprint/77/6/834?maxtoshow=&HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=&fulltext=four+of+meat+and+bone&searchid=1&FIRSTINDEX=0&volume=77&issue=6&resourcetype=HWCIT>

Zumbado, ME; Murillo, M; 1986. Utilización de harina de desechos de Matadero de aves y harina de pescado en dietas para pollos de iniciación (en línea). Agronomía Costarricense 10(1/2):139-146. Consultado 26 jun. 2009. Disponible en [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v10n01-2\\_139.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v10n01-2_139.pdf)

Zumbado, ME; Solís, JR; Sosa, R. 1996. Composición nutricional y contenido de energía metabolizable de las harinas de carne, pescado y tortave utilizadas en alimentación avícola. Serie Técnica: Nutrición Animal Tropical 3(1): 77-98.

## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Composición nutricional de la harina de carne y hueso.

<b>Composición nutricional de HCH (harina de carne y hueso)</b>	
E.M (Mcal/kg)	2.4
Proteína total (%)	50.4
Grasa (%)	8.6
Calcio (%)	10.1
Fósforo disp (%)	5.0
Cenizas (%)	28.6
Sodio (%)	0.72
Selenio (mg/kg)	0.25
Zinc (mg/kg)	3.0
Colina (g/kg)	1.99
Niacina (mg/kg)	46.0
Ac.Pant (mg/kg)	4.1
Riboflav (mg/kg)	0.4
Vit.B12 (mg/kg)	0.07
Arginina (%)	3.62
Histidina (%)	0.9
Isoleucina (%)	1.4
Leucina (%)	2.8
Lisina (%)	2.6
Metionina (%)	0.65
Met+Cist (%)	1.14
Fenilalanina (%)	1.50
Fen+Tir (%)	2.26

**Fuente:** Falla (2005).

**Anexo 2.** Contenido de minerales de la tortave o harina de subproductos avícolas.

<b>Contenido de minerales en la tortave</b>	
Ca (%)	0.16
P (%)	0.39
Mg (%)	0.05
K (%)	0.04
Fe (mg/kg)	258.52
Cu (mg/kg)	20.62
Mn (mg/kg)	9.8
Zn (mg/kg)	94.68

**Fuente:** Cambroner y Chan (1982).

**Anexo 3.** Contenido de aminoácidos de la tortave o harina de subproductos avícolas.

<b>Contenido de aminoácidos en la tortave (%)</b>	
Acido aspártico	4.56
Treonina	2.92
Serina	5.47
Acido glutámico	7.33
Prolina	6.18
Glicina	5.87
Alanina	3.63
Cistina	2.24
Valina	3.83
Metionina	1.22
Isoleucina	2.90
Leucina	5.15
Tirosina	2.24
Fenilalanina	3.16
Lisina	2.41
Histidina	0.71
Arginina	3.90

**Fuente:** Mora (1984).



**Anexo 4. Dietas experimentales con o sin harinas de origen animal, Potrerillos, Alajuela, 2009.**

INGREDIENTES	ETAPA C1				ETAPA C2				ETAPA C3			
	DIETAS				DIETAS				DIETAS			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Maíz Amarillo US2	56,960	57,060	57,406	56,182	53,173	51,511	53,562	51,146	52,869	51,466	53,414	51,1
Aceite Soya Palma	0,821	1,347	1,398	2,164	1,417	2,802	2,814	4,360	1,568	2,884	2,936	4,442
Soya Harina 48%	20,284	21,143	21,510	23,550	14,956	18,396	17,834	21,857	15,02	18,311	17,759	21,771
Harina de Carne y Hueso	2,5	0	2,5	0	5	0	5	0	5	0	5	0
Semolina Arroz	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Fosfato 21 Monodicalcico	0,586	1,048	0,639	1,095	0,000	0,841	0,000	0,943	0	0,746	0	0,848
Carbonato Calcio	1,224	1,682	1,331	1,783	0,588	1,517	0,847	1,727	0,756	1,73	1,017	1,94
Sal Molida	0,374	0,411	0,380	0,417	0,275	0,350	0,289	0,363	0,275	0,351	0,289	0,364
L Treonina	0,012	0,026	0,043	0,040	0,052	0,055	0,087	0,082	0,051	0,057	0,088	0,084
Metionina Liquida (MHA FA)	0,206	0,214	0,248	0,244	0,194	0,194	0,242	0,237	0,177	0,178	0,226	0,221
DDGS Gold	10	10	10	10	15	15	15	15	15	15	15	15
Fitasa 5000 FTU	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,01	0,01	0,01	0,01
B-mananasa	0,013	0,013	0,013	0,013	0,050	0,050	0,050	0,050	0,05	0,05	0,05	0,05
Tortave	2,5	2,5	0	0	5	5	0	0	5	5	0	0
Premezcla Vit/Min/Coccid.	1,156	1,156	1,156	1,156	0,925	0,925	0,925	0,925	0,925	0,925	0,925	0,925
Sulfato de Lisina	0,354	0,390	0,366	0,345	0,360	0,348	0,340	0,300	0,299	0,293	0,285	0,246
<b>NUTRIENTES en Kcal/Kg, Meq/Kg y %</b>												
EM Aves Kcal/K	3085	3085	3085	3085	3175	3175	3175	3175	3175	3175	3175	3175
Fibra Cruda	2,78	2,81	2,81	2,87	2,94	3,04	3,02	3,12	2,94	3,03	3,01	3,11
Grasa Cruda	5,70	5,84	5,55	5,89	8,12	8,69	7,72	8,43	8,26	8,76	7,83	8,50
Fosforo Disp	0,48	0,48	0,48	0,48	0,52	0,47	0,49	0,47	0,52	0,45	0,49	0,45
Relacion Ca:Pd	2,08	2,08	2,08	2,08	1,86	2,04	1,94	2,04	1,98	2,27	2,07	2,27
Proteina	19,86	19,18	19,39	19,14	20,20	19,49	19,69	19,18	20,17	19,41	19,60	19,10
Calcio	1,00	1,00	1,00	1,00	0,96	0,96	0,96	0,96	1,02	1,02	1,02	1,02
Fosforo	0,76	0,75	0,77	0,76	0,78	0,73	0,77	0,75	0,78	0,71	0,76	0,72
Cloro	0,28	0,29	0,28	0,28	0,26	0,26	0,25	0,26	0,26	0,26	0,25	0,26
Sodio	0,19	0,19	0,19	0,19	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Lisina Total	1,14	1,13	1,13	1,12	1,10	1,09	1,08	1,07	1,07	1,06	1,05	1,04
Metionina Total	0,50	0,50	0,53	0,53	0,50	0,49	0,53	0,52	0,48	0,48	0,52	0,51
Met+Cist Total	0,85	0,84	0,84	0,84	0,87	0,86	0,84	0,84	0,85	0,84	0,83	0,82
Arginina Total	1,24	1,19	1,21	1,20	1,20	1,16	1,17	1,15	1,20	1,16	1,16	1,15
Triptofano Total	0,21	0,21	0,21	0,22	0,19	0,21	0,20	0,21	0,19	0,20	0,20	0,21
Isoleucina Total	0,81	0,79	0,79	0,80	0,77	0,78	0,76	0,78	0,78	0,78	0,76	0,77
Treonina	0,78	0,78	0,78	0,78	0,83	0,83	0,82	0,82	0,83	0,83	0,82	0,81
Valina	1,00	0,97	0,96	0,96	1,00	0,97	0,95	0,94	1,00	0,97	0,94	0,93
Protoanimal	5,00	2,50	2,50	0,00	10,00	5,00	5,00	0,00	10,00	5,00	5,00	0,00
Ac. Linoleico	2,06	2,22	2,07	2,28	2,52	2,91	2,61	3,03	2,56	2,93	2,64	3,05
(Na+k)-C1 Meq/Kg	190,00	188,00	196,00	200,00	180,00	185,00	195,00	202,00	180,00	184,00	195,00	202,00
Metionina Dig	0,47	0,47	0,50	0,50	0,46	0,45	0,49	0,49	0,44	0,44	0,48	0,47
Met+Cis Diges	0,77	0,77	0,77	0,77	0,75	0,75	0,75	0,75	0,73	0,73	0,73	0,73
Lisina Digesti	1,05	1,05	1,05	1,05	0,98	0,98	0,98	0,98	0,95	0,95	0,95	0,95
Treonina Dige	0,67	0,67	0,67	0,67	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
Triptofano Di	0,18	0,18	0,18	0,19	0,16	0,17	0,17	0,18	0,16	0,17	0,17	0,18
Arginina Dige	1,11	1,08	1,08	1,08	1,05	1,03	1,03	1,03	1,05	1,03	1,03	1,03
Valina Digesti	0,83	0,81	0,80	0,80	0,84	0,82	0,80	0,80	0,84	0,82	0,80	0,80
Isoleucina Di	0,70	0,70	0,69	0,70	0,67	0,67	0,66	0,68	0,67	0,67	0,66	0,68

**Fuente:** PIPASA S.A, 2009.

**Anexo 5. Análisis químico de laboratorio de las dietas experimentales, Potrerillos, Alajuela, 2009.**

Análisis de Muestras										
		Proveedor	Humedad%	Proteína%	Fibra Cruda%	Grasa%	Cenizas%	Calcio%	Fósforo%	Notas Generales
3/08/09 Etapa C1	DDGS	Importado	12,13	23,54	5,92	9,72				Muestra de harina de soya de color oscuro
	Harina Soya	Inolasa	11,64	44,62	3,22	1,9				
	Maíz Molido Brocho	Aguilar y Solis	14,26	8,11	0,45	3,35				
	Semolina de Arroz	Macoasa	9,17	11,34	8,76	14,34				
	Tortave	La Garita	6,04	44,87		37,63	6,55			
	Harina de carne y hueso	Fab. De Harinas de San Rafael	5	41,23		19,32	33,57			
	Tratamiento H1	COBESA	12,16	16,95	1,9	6,12				
	Tratamiento H2	COBESA	11,68	17,02	2,05	6,33				
	Tratamiento H3	COBESA	11,7	17,16	2,08	5,86				
	Tratamiento H4	COBESA	11,99	16,08	2,35	6,77				
21/08/9 Etapa C2	DDGS	Importado	11,25	25,69	6,63	9,9				
	Harina Soya	Inolasa	11,92	41,53	2,9	1,46				
	Maíz Molido Brocho	Importado	14,27	7,59	1,27	3,7				
	Semolina de Arroz	Macoasa	9,64	11,38	8,95	13,97				
	Tortave	La Garita	5,5	47,55		34,33	8,17	2,54	0,26	
	Harina de carne y hueso	El Arreo	6,4	47,69		16,6	29,93	10,9	5,39	
	Tratamiento H1	COBESA	11,73	17,83	1,91	6,55				
	Tratamiento H2	COBESA	12,05	22,38	2,43	4,62				
	Tratamiento H3	COBESA	12,05	18,24	1,65	8,22				
	Tratamiento H4	COBESA	12,09	18,08	2,23	7,2				
27/08/9 Etapa C3	DDGS	Importado	11,54	25,46	6,47	10,28				
	Harina Soya	Inolasa	11,23	44,18						
	Maíz Molido Brocho	Importado	13,74	7,46	1,07	3,76				
	Semolina de Arroz	Macoasa	9,67	11,41	8,34	13,93				
	Tortave	La Garita	5,81	41,76		36,6	11,47	2,94	0,58	
	Harina de carne y hueso									
	Tratamiento H1	Aguilar y Solis	11,23	19,23	2,11	7,85				
	Tratamiento H2	Aguilar y Solis	11,61	18,89	1,94	7,37				
	Tratamiento H3	Aguilar y Solis	11,91	17,83	2,24	5,86				
	Tratamiento H4	Aguilar y Solis	11,92	17,52	2,22	4,73				

Fuente: PIPASA S.A, 2009.

**Anexo 6.** Análisis de varianza para el peso acumulado (g) en pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso Acumulado (g)	80	0,44	0,41	2,30

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	204696,49	4	51174,12	14,67	<0,0001	
Tratamientos	146787,23	3	48929,08	14,03	<0,0001	
% Hembras	41426,20	1	41426,20	11,88	0,0009	-3,22
Error	261563,55	75	3487,51			
Total	466260,04	79				

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	204696,49	4	51174,12	14,67	<0,0001	
Tortave	136676,64	1	136676,64	39,19	<0,0001	
HCH	8118,18	1	8118,18	2,33	0,1313	
Tortave*HCH	871,98	1	871,98	0,25	0,6185	
% Hembras	41426,20	1	41426,20	11,88	0,0009	-3,22
Error	261563,55	75	3487,51			
Total	466260,04	79				

**Test: Tukey Alfa:=0,05 DMS:=49,17594**

Error: 3487,5140 gl: 75

Tratamientos	Medias	n	
H1	2515,34	20	A
H2	2529,04	20	A
H3	2592,05	20	B
H4	2618,96	20	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Shapiro-Wilks (modificado)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO Peso Acumulado	80	0,00	57,54	0,98	0,7375

**Anexo 7. Análisis de varianza para el consumo acumulado (g) en pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.**

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Consum Acumulado (g)	80	0,15	0,11	2,82

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	192981,11	4	48245,28	3,36	0,0139	
Tratamientos	101567,30	3	33855,77	2,36	0,0785	
% Hembras	74586,45	1	74586,45	5,19	0,0255	-4,31
Error	1077501,08	75	14366,68			
Total	1270482,19	79				

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	192981,11	4	48245,28	3,36	0,0139	
Tortave	77764,67	1	77764,67	5,41	0,0227	
HCH	10320,68	1	10320,68	0,72	0,3994	
Tortave*HCH	12712,66	1	12712,66	0,88	0,3499	
% Hembras	74586,45	1	74586,45	5,19	0,0255	-4,31
Error	1077501,08	75	14366,68			
Total	1270482,19	79				

**Test: Tukey Alfa:=0,05 DMS:=99,80973**

Error: 14366,6810 gl: 75

Tratamientos	Medias	n	
H1	4187,41	20	A
H2	4235,52	20	A
H4	4273,15	20	A
H3	4275,47	20	A

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)*

**Shapiro-Wilks (modificado)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO Consum Acumulad	80	0,00	116,79	0,98	0,7215

**Anexo 8.** Análisis de varianza para la conversión alimenticia (g/g) en pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Conver Final (g/g)	80	0,25	0,21	1,78

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	0,02	4	0,01	6,38	0,0002	
Tratamientos	0,02	3	0,01	7,99	0,0001	
Error	0,06	75	8,6E-04			
Total	0,09	79				

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	0,02	4	0,01	6,38	0,0002	
Tortave	0,02	1	0,02	18,30	0,0001	
HCH	2,0E-04	1	2,0E-04	0,23	0,6328	
Tortave*HCH	4,6E-03	1	4,6E-03	5,31	0,0240	3,8E-04
Error	0,06	75	8,6E-04			
Total	0,09	79				

**Test: Tukey Alfa:=0,05 DMS:=0,02447**

Error: 0,0009 gl: 75

Tratamientos	Medias	n			
H4	1,63	20	A		
H3	1,65	20	A	B	
H1	1,66	20		B	C
H2	1,68	20			C

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)*

**Shapiro-Wilks (modificado)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO Conver Final (g)	80	0,00	0,03	0,98	0,7456

**Anexo 9.** Análisis de varianza para el porcentaje de mortalidad acumulada en pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

**Prueba de Kruskal Wallis**

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
% Mortalidad Acumula	H1	20	3,13	2,79	2,57	2,52	0,4509
% Mortalidad Acumula	H2	20	3,54	2,39	2,55		
% Mortalidad Acumula	H3	20	3,12	3,13	2,50		
% Mortalidad Acumula	H4	20	2,64	2,92	2,50		

**Anexo 10.** Análisis de varianza para el rendimiento en canal en pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

**Prueba de Kruskal Wallis**

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
% Rend/Pollo	H1	40	71,80	1,77	71,92	6,31	0,0976
% Rend/Pollo	H2	38	72,18	2,09	72,12		
% Rend/Pollo	H3	39	71,90	4,06	72,03		
% Rend/Pollo	H4	37	72,82	1,66	72,96		

**Anexo 11.** Análisis de varianza para el peso en canal en pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso en Canal	154	0,59	0,58	8,39

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4689676,27	4	1172419,07	53,84	<0,0001
Tratamiento	246924,34	3	82308,11	3,78	0,0119
Sexo	4418618,80	1	4418618,80	202,91	<0,0001
Error	3244626,80	149	21776,02		
Total	7934303,06	153			

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4712853,56	7	673264,79	30,51	<0,0001
Tortave	172133,56	1	172133,56	7,80	0,0059
HCH	70902,33	1	70902,33	3,21	0,0751
Sexo	4420018,78	1	4420018,78	200,32	<0,0001
Tortave*HCH	4098,60	1	4098,60	0,19	0,6671
Tortave*Sexo	391,58	1	391,58	0,02	0,8942
HCH*Sexo	3300,31	1	3300,31	0,15	0,6995
Tortave*HCH*Sexo	19537,46	1	19537,46	0,89	0,3483
Error	3221449,50	146	22064,72		
Total	7934303,06	153			

**Test: Tukey Alfa:=0,05 DMS:=88,06167**

Error: 21776,0188 gl: 149

Tratamiento	Medias	n		
H1	1708,70	40	A	
H2	1741,32	38	A	B
H3	1764,84	39	A	B
H4	1818,93	37		B

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)***Test: Tukey Alfa:=0,05 DMS:=47,25726**

Error: 21776,0188 gl: 149

Sexo	Medias	n		
Hembras	1589,03	76	A	
Machos	1927,86	78		B

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)***Prueba de Normalidad****Shapiro-Wilks (modificado)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO Peso en Canal	154	0,00	145,63	0,99	0,6905

**Anexo 12.** Análisis de varianza para el rendimiento en pechuga en pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

**Prueba de Kruskal Wallis**

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Rendimt Pechuga (%)	H1	40	31,85	1,47	31,85	15,76	0,0013
Rendimt Pechuga (%)	H2	38	32,58	1,93	32,52		
Rendimt Pechuga (%)	H3	39	32,57	2,31	32,66		
Rendimt Pechuga (%)	H4	37	33,38	1,53	33,59		

Trat.	Ranks			
H1	57,43	A		
H2	77,20	A	B	
H3	79,22		B	C
H4	97,70			C

*Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )*

**Anexo 13.** Análisis de varianza para el rendimiento de alas en pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

**Prueba de Kruskal Wallis**

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Rendimt de alas (%)	H1	40	8,11	0,30	8,09	0,83	0,8433
Rendimt de alas (%)	H2	38	8,07	0,48	8,05		
Rendimt de alas (%)	H3	39	7,91	1,31	8,09		
Rendimt de alas (%)	H4	37	8,06	0,46	8,02		

**Anexo 14.** Análisis de varianza para el rendimiento en muslo en pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

**Prueba de Kruskal Wallis**

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Rendimt de muslo (%)	H1	40	31,84	1,46	31,90	1,81	0,6121
Rendimt de muslo (%)	H2	38	31,53	1,83	31,66		
Rendimt de muslo (%)	H3	39	31,42	2,03	31,37		
Rendimt de muslo (%)	H4	37	31,38	1,46	31,52		



**Anexo 15.** Análisis de varianza para el rendimiento de filet en pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

**Prueba de Kruskal Wallis**

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Rendimt de filet (%)	H1	40	21,47	1,36	21,45	12,87	0,0049
Rendimt de filet (%)	H2	38	22,09	1,58	22,36		
Rendimt de filet (%)	H3	39	22,05	1,67	22,26		
Rendimt de filet (%)	H4	37	22,70	1,61	22,80		

**Trat. Ranks**

H1	58,36	A
H2	79,17	B
H3	79,36	B
H4	94,51	B

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)*

**Anexo 16.** Análisis de varianza para el porcentaje de grasa abdominal en pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

**Prueba de Kruskal Wallis**

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
% Grasa Abdominal	H1	40	0,54	0,45	0,52	12,39	0,0042
% Grasa Abdominal	H2	38	0,70	0,71	0,66		
% Grasa Abdominal	H3	39	0,31	0,36	0,22		
% Grasa Abdominal	H4	37	0,32	0,45	0,00		

**Trat. Ranks**

H4	64,53	A
H3	65,26	A
H1	86,63	B
H2	93,09	B

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)*

**Anexo 17.** Parámetros productivos de partes de la canal tomando el sexo como covariable, en una evaluación de dietas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

Dietas Experimentales	Parámetros productivos de partes de la canal				
	Rendimiento de pechuga (%)	Rendimiento de alas (%)	Rendimiento de muslo (%)	Rendimiento de filete (%)	Porcentaje de grasa abdominal (%)
H1(5%HCH + 5%Tortave)	a H 32,19 M31,52	a H 8,07 M 8,15	a H 31,18 M 32,54	a H 22,03 M 20,93	a H 0,53 M 0,58
H2 (5%Tortave)	ab H 32,8 M32,32	a H 8,07 M 8,06	a H 31,12 M 31,97	ab H 22,23 M 21,97	a H 0,75 M 0,65
H3 (5%HCH)	ab H 32,65 M32,34	a H 8,12 M 7,71	a H 30,61 M 32,09	ab H 22,28 M 21,74	ab H 0,26 M 0,36
H4 (Sin harinas animales)	b H 33,85 M32,97	a H 8,07 M 8,02	a H 31,53 M 31,26	b H 23,44 M 22,04	b H 0,47 M 0,20

**Anexo 18.** Análisis de varianza para el peso vivo en pollos de engorde, Potrerillos, Alajuela, 2009.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso Vivo	154	0,61	0,60	7,95

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8739985,63	7	1248569,38	33,19	<0,0001
Tratamiento	323791,20	3	107930,40	2,87	0,0386
Sexo	8288008,93	1	8288008,93	220,30	<0,0001
Tratamiento*Sexo	107906,37	3	35968,79	0,96	0,4153
Error	5492823,41	146	37622,08		
Total	14232809,04	153			

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8739985,63	7	1248569,38	33,19	<0,0001
Tortave	271806,50	1	271806,50	7,22	0,0080
HCH	52150,00	1	52150,00	1,39	0,2410
Sexo	8288008,93	1	8288008,93	220,30	<0,0001
Tortave*HCH	322,78	1	322,78	0,01	0,9263
Tortave*Sexo	1983,35	1	1983,35	0,05	0,8187
HCH*Sexo	36547,92	1	36547,92	0,97	0,3259
Tortave*HCH*Sexo	71293,46	1	71293,46	1,89	0,1707
Error	5492823,41	146	37622,08		
Total	14232809,04	153			

**Test: Tukey Alfa:=0,05 DMS:=115,74948**

Error: 37622,0781 gl: 146

Tratamiento	Medias	n		
H1	2377,65	40	A	
H2	2411,58	38	A	B
H3	2458,83	39	A	B
H4	2498,55	37		B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Test: Tukey Alfa:=0,05 DMS:=62,11560**

Error: 37622,0781 gl: 146

Sexo	Medias	n		
Hembras	2204,52	76	A	
Machos	2668,78	78		B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Test: Tukey Alfa:=0,05 DMS:=194,08900**

Error: 37622,0781 gl: 146

Tratamiento	Sexo	Medias	n		
H1	Hembras	2143,00	20	A	
H2	Hembras	2189,16	19	A	
H4	Hembras	2225,89	18	A	
H3	Hembras	2260,05	19	A	
H1	Machos	2612,30	20		B
H2	Machos	2634,00	19		B
H3	Machos	2657,60	20		B
H4	Machos	2771,21	19		B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Prueba de Normalidad**

**Sapiro-Wilks (modificado)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO Peso Vivo	154	0,00	189,48	0,99	0,6600